N° d'Ordre
51

THÈSE

PRÉSENTÉE A

LA FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE BORDEAUX

POUR OBTENIR
LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(MENTION SCIENCES)

par

Jean LE DANTEC

Ecologie et reproduction de l'huître portugaise
(*Crassostrea angulata* Lamarck)
dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de la Gironde

Soutenue le 5 juillet 1967 devant la Commission d'examen

MM. WEILL, *Président*

CREAC'H, BARETS — *Examinateurs*

LUBET, AMANIEU — *Invités*

PARIS

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES
59, avenue Raymond-Poincaré

1968

N° d'Ordre
51

THÈSE

PRÉSENTÉE A

LA FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE BORDEAUX

POUR OBTENIR
LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(MENTION SCIENCES)

par

Jean LE DANTEC

Ecologie et reproduction de l'huître portugaise
(*Crassostrea angulata* Lamarck)
dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de la Gironde

Soutenue le 5 juillet 1967 devant la Commission d'examen

MM. WEILL, *Président*

CREAC'H, BARETS — *Examinateurs*

LUBET, AMANIEU — *Invités*

PARIS

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES
59, avenue Raymond-Poincaré

1968

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE BORDEAUX

Doyen ..... M. CALAS.
Doyen honoraire ..... M. BRUS.

Professeurs honoraires : MM. KASTLER, PISOT, Mlle JOSIEN, Professeurs à la Sorbonne, MM. MILLOUX, DANGEARD, CAU.

Maître de conférences honoraire : M. DE PUYMALY.

PROFESSEURS

MM. GENEVOIS : Chimie biol. et Physiol. végétale.
BRUS : Chimie.
AVEL : Zoologie et physiologie animale.
ROUSSET : Physique générale.
ROGER : Mécanique rationnelle.
WEILL : Anatomie comp. et embryogénie.
DUFRESNOY : Mathématiques générales.
LAFON : Physiologie générale.
BOUNHIOL : Biologie animale.
SERVANT : Physique.
CALAS : Chimie organique.
GAY : Cristallographie et minéralogie.
PACAULT : Chimie physique.
SCHOELLER : Géologie.
DAVID : Biologie végétale.
COLMEZ : Méthodes math. de la physique.
CAMBAR : Biologie animale.
VIGNEAUX : Géologie.
PANOUSE : Zoologie (détaché à la Fac. Sci. Maroc).
ARZELIES : Physique (détaché à la Fac. Sci. Maroc).
RIBEREAU-GAYON : Oenologie et chimie agricole.
RISS : Mathématiques.
GUIZONNIER : Physique.
HAGET : Zoologie expérimentale.
SEMIROT : Astronomie.
CHASTEL : Physique nucléaire.
HAGENMULLER : Chimie minérale.
CREAC'H : Biologie animale.
LOUDETTE : Mécanique physique.
PATY : Chimie.
BORDES : Préhistoire.
SECHET : Botanique.
LAFARGUE : Physique - C.S.U. de Pau.
BAGANAS : Mathématiques.
VALENTIN : Radioélectricité.
ENNOUCHI : Géologie (détaché à la Fac. Sci. Maroc).
EYME : Botanique.

MM. FRAINNET : Chimie organique.
RUAMPS : Physique électronique.
DESCHAMPS : Chimie - C.S.U. de Pau.
HOARAU : Chimie physique.
LALANDE : Chimie appliquée.
MARCHAND : Chimie.
GOTTIS : Géologie dynamique.
LEMANCEAU : Chimie.
CARDO : Psychophysiologie.
Mme AMICE : Calcul infinitésimal.
MM. ROCH : Physique.
BLONDEL : Mathématiques.
CLASTRE : Cristallographie physique.
SOURISSEAU : Chimie.
JOUSSOT-DUBIEN : Chimie.
MAYER : Physique - C.S.U. de Pau.
Mlles FAURE-MURET : Géologie (détachée à la Fac. Sci. Maroc).
LAFFITTE : Physique.
MM. LOCHET : Physique.
VALADE : Chimie organique.
VINDT : Biologie végétale.
REGNIER : Mathématiques.
DESTRIAU : Chimie.
PETIT : Physique corpusculaire.
CLIN : Géologie.
BARAUD : Chimie biologique.
EMBERGER : Géologie.
SIMONOFF : Chimie physique.
BOTHOREL : Chimie.
CHARRU : Physique.
LASCOMBE : Chimie.
RIMPAULT : Physique théorique.
BONASTRE : Chimie - C.S.U. de Pau.
BARETS : Biologie animale.
GROMB : Chimie - C.S.U. de Pau.
BELLON : Chimie (détaché à la Fac Sci. Maroc).
PINEAU : Chimie (détaché à la Fac. Sci. Maroc).
LEVEQUE : Géologie approfondie.

MAITRES DE CONFÉRENCES

MM. HARDY : Chimie.
BERTHE : Mathématiques - C.S.U. de Pau.
Mme VINH MAU : Physique théorique.
MM. BOUSSEAU : Physique.
RIBEREAU-GAYON Pascal : Chimie oenologie.
DUPUY : Physique - C.S.U. de Pau.
MENNRATH : Physique.
ANDRE : Biologie générale.
Mlle DUTRIEU : Physiologie animale.
M. RAULT : Chimie minérale.
Mme PETIT : Physique.

M. BOUAS-LAURENT : Chimie organique.
Mme LEHMANN : Calcul des probabilités.
MM. LEHMANN : Mathématiques.
BERNET : Botanique.
BABIN : Physique - C.S.U. de Pau.
Mlle GUERIN : Physique théorique.
MM. FRESNEL : Mathématiques.
MATTENET : Mathématiques - C.S.U. de Pau.
N... : Physique.
N... : Chimie.

Conseiller administratif ..... M. LLORENS

AVANT-PROPOS

Nous avons continué dans le laboratoire de l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes les recherches entreprises par nos prédécesseurs dans l'espoir que l'industrie ostréicole puisse tirer profit des résultats obtenus.

Nos observations, récoltes, examens et analyses ont été complétés par des travaux effectués dans les laboratoires de l'Institut de Biologie marine de l'Université de Bordeaux à Arcachon.

M. le Professeur WEILL *a bien voulu s'intéresser à nos recherches, nous prodiguer de précieux encouragements puis accepter de présider le jury de cette thèse. Qu'il nous soit permis de lui exprimer notre très respectueuse gratitude.*

Nous prions M. FURNESTIN, *Directeur de l'Institut des Pêches maritimes, de croire à nos sentiments de profonde reconnaissance et de sincère attachement : nous lui devons d'avoir entrepris cette étude puis de l'avoir menée à bien grâce à l'aide qu'il n'a cessé de nous apporter pendant la durée de nos recherches.*

Que M. le Professeur LUBET *veuille bien trouver ici le témoignage de notre affectueuse gratitude. Il a contribué, pendant son séjour à Arcachon, à notre formation de biologiste ; il a continué depuis à nous faire bénéficier de son expérience des problèmes posés par la biologie des mollusques ; il a bien voulu nous faire l'honneur de juger notre travail.*

M. le Professeur CREAC'H *nous a intéressé à l'aspect biochimique des problèmes ostréicoles et nous a toujours témoigné sa bienveillance. Nous l'assurons de notre amicale gratitude et le remercions d'avoir accepté de juger cette étude.*

Nous prions aussi M. le Professeur BARETS *d'agréer nos sincères remerciements pour avoir bien voulu juger ces travaux.*

Nous n'oublions pas l'accueil amical que nous a toujours réservé M. AMANIEU, *sous-Directeur de l'Institut de Biologie marine à Arcachon; ses conseils nous ont été précieux.*

Nous remercions tout particulièrement nos collègues MM. MARTEIL *et* TROCHON *de nous avoir apporté en toutes circonstances le réconfort de leur amitié, de nous avoir fait part des résultats obtenus dans leurs régions respectives et de nous avoir utilement conseillé.*

Nous devons beaucoup de gratitude à nos collaborateurs du laboratoire de l'Institut des Pêches à Arcachon, MM. BOREL, DELTREIL *et* ARCHAMBEAU, *plus récemment M.* HIS, *pour leur participation dévouée aux récoltes, examens, analyses, recherches bibliographiques, ainsi qu'à M.* REAL *et Mme* SALLES, *de l'Institut de Biologie marine, qui se sont mis à notre service pour des travaux de photographie et de dactylographie avec beaucoup de compétence et de zèle.*

Nous ne pouvons citer tous ceux dont le concours nous a été précieux. Nous leur disons notre reconnaissance.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549612_0026

ERRATA

Page 33. — Sixième ligne, au lieu de « Neyran », lire « Meyran ».

Page 61. — Onze dernières lignes, au lieu de « Nous avons noté... », lire : « Ils montrent les teneurs suivantes en mg par kg de chair fraîche et de chair sèche respectivement : 11,2 et 107 pour Arcachon, 125 et 1 312 pour la région aval et 193,7 et 2 005 pour la région amont de la rive gauche de la Gironde.

» Il est vraisemblable que les apports de cuivre en Gironde sont une conséquence du lessivage des terrains des vallées de la Dordogne et de la Garonne où la culture de la vigne est très développée et où d'abondants sulfatages sont effectués tous les ans.
» La teneur en cuivre et le taux des huîtres atteintes de leucocytose varient au cours des saisons et des années.

» Nous avons noté les pourcentages suivants de leucocytose à l'occasion de la pêche à la drague sur le gisement de Richard en mars-avril : 69 % en 1956, 74,7 % en 1957, 53,3 % en 1958. Les taux observés en 1966 sur le lotissement du Verdon ont varié de 50 à 94 % au cours des mois d'avril à octobre.

Page 65. — Quatrième alinéa, au lieu de « Amenya », lire « Amemiya ».

Page 92. — Paragraphe C, quatrième alinéa, la phrase entre parenthèses doit être lue après « straight hinge stage ».

Page 105. — Cinquième alinéa, au lieu de « Nous avons fait les mêmes observations », lire « Les mêmes remarques ont été faites ».

Page 115. — Treizième ligne, au lieu de « dans deux régions différentes », lire « dans deux régions aussi différentes ».

Page 118. — Septième ligne avant la fin, au lieu de « considérales », lire « considérables ».

Page 119. — Avant-dernier alinéa, deuxième ligne, au lieu de « océanographiques », lire « océaniques ».

✷

ECOLOGIE ET REPRODUCTION DE L'HUITRE PORTUGAISE (*CRASSOSTREA ANGULATA* LAMARCK) DANS LE BASSIN D'ARCACHON ET SUR LA RIVE GAUCHE DE LA GIRONDE

par Jean Le Dantec

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 3

PREMIÈRE PARTIE

LE MILIEU

CHAPITRE I. — LE BASSIN D'ARCACHON. LES FACTEURS ECOLOGIQUES 7

I. — Généralités 7

A) *L'arrière-pays* 7

B) *Le bassin d'Arcachon* 9

II. — Le régime hydrologique 15

A) *Marées et courants* 15

B) *Conditions physico-chimiques des eaux* 17

III. — Les sources de nourriture 36

Le plancton 36

Le nannoplancton. Les pigments chlorophylliens 45

Les matières organiques dissoutes 46

CHAPITRE II. — L'ESTUAIRE GIRONDIN ET LE BAS MEDOC 49

I. — Généralités 49

A) *L'estuaire* 49

B) *Le bas Médoc* 51

C) *Le peuplement de l'estuaire en huîtres plates et portugaises* 52

II. — L'hydrologie 53

A) *Salinités et températures* 54

B) *Les courants* 55

C) *Teneur en cuivre* 61

D) *Turbidité* 62

III. — Sources de nourriture 62
Le plancton 62
Les matières organiques dissoutes 63

SECONDE PARTIE

REPRODUCTION DE *CRASSOSTREA ANGULATA* LMK DANS LE BASSIN D'ARCACHON QUELQUES COMPARAISONS AVEC LES HUITRES DE LA GIRONDE

CHAPITRE I. — **GAMETOGENESE ET PONTE** 65
I. — Cycle sexuel 65
A) *Sex-ratio* 65
B) *Changement de sexe* 67

II. — Développement des gonades et ponte (statistique et écologie) 69
A) *Les gonades* 69
B) *Processus printanier* 72
C) *Processus estival* 77
D) *Influence des conditions de milieu* 80

III. — Résultats expérimentaux 83

CHAPITRE II. — **DE LA FECONDATION DE L'ŒUF A LA FIXATION DE LA LARVE** 85
I. — Notions diverses 85
A) *Recherches et numération des larves* 86
B) *Périodicité des générations de larves pélagiques* 88
C) *Rôle des facteurs écologiques au moment de la fécondation* 92

II. — Vie pélagique de la larve 92
A) *Tailles et croissance des larves pélagiques* 92
B) *Durée de la vie pélagique* 93
C) *Rôle des facteurs écologiques* 94

III. — La fixation 99
A) *Relation entre la numération des larves et la fixation* 99
B) *Fixation et collecteurs* 101

CHAPITRE III. — **SURVIE ET CROISSANCE DU NAISSAIN FIXE SUR SON SUPPORT** 107
A) *Survie* 107
B) *Croissance* 113

RESUME ET CONCLUSIONS 116

BIBLIOGRAPHIE 123

Ce travail est divisé en deux parties. Dans la première, nous nous proposons de définir les conditions du milieu dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de l'estuaire de la Gironde. La seconde traitera de la reproduction de C. *angulata* dans le bassin d'Arcachon et quelques comparaisons seront faites avec des huîtres de la Gironde.

PREMIERE PARTIE

LE MILIEU

CHAPITRE I

LE BASSIN D'ARCACHON. LES FACTEURS ECOLOGIQUES

I. — Généralités.

L'extension naturelle et la culture de *Crassostrea angulata* dans le bassin d'Arcachon sont soumises à des fluctuations du fait de l'homme : apports d'huîtres, incidences de la pêche sur le stock, méthodes d'élevage, mais aussi et surtout du fait des variations des facteurs écologiques qui conditionnent sa vie. Ils sont eux-mêmes sous la double dépendance de l'océan et de l'arrière-pays.

L'étude des conditions physico-chimiques de la baie sera précédée d'un rappel de quelques données géographiques et d'un examen sommaire des éléments géologiques, climatiques et hydrographiques, susceptibles de les influencer.

A) *L'arrière-pays.*

Sur le substratum tertiaire de la partie ouest du bassin aquitain on rencontre une couche très continue d'éléments sableux, graveleux ou argileux provenant des Pyrénées ou du Massif Central. On donne le nom de « sable des Landes » à la partie de cette formation qui est la plus proche du rivage atlantique.

Les Landes girondines, étudiées par F. Vassilière, n'en sont qu'une partie. D'une étendue voisine de 500 000 ha, elles sont limitées à l'ouest par les dunes qui bordent le golfe de Gascogne au sud de la pointe de Grave, à l'est par les vignobles qui dominent la vallée de la Gironde et de la Garonne, au sud par une frontière administrative d'une trentaine de kilomètres avec les départements des Landes et du Lot-et-Garonne. C'est un pays plat, divisé par un sillon longitudinal et dont la monotonie est rompue par quelques mamelons, en particulier des amas coquilliers, vestiges des avancées anciennes de la mer.

Le sol des Landes est en majeure partie constitué de sable quartzeux mélangé avec de l'humus acide. La proportion de terre fine excède la moyenne et l'argile est en quantité insuffisante pour donner la cohésion au sol, qui est pauvre en calcaire, en chaux, acide phosphorique et potasse. Il faut noter cependant des apports d'alluvions sur le pourtour du bassin d'Arcachon.

Le sol repose partout sur un sous-sol d'alios d'épaisseur et de ténacité différentes. Sous l'alios on trouve le sable, plus rarement l'argile, jamais le calcaire.

Le climat de la Gironde est caractérisé par une température douce, un état hygrométrique de l'air élevé, des vents et une pluviosité variables (fig. 1).

La plus grande partie des eaux coule vers les étangs du littoral, Carcans-Hourtin, Lacanau, le Porge, le bassin d'Arcachon et la Leyre. Elles se rejoignent en définitive dans le bassin d'Arcachon par le canal des étangs ou chenal de Lège au nord, de nombreux ruisseaux et fossés aboutissant sur la côte nord-est : la Berle ou Cires, les ruisseaux de Conte, Betey, Taussat, Cassy, Renet, Lanton,

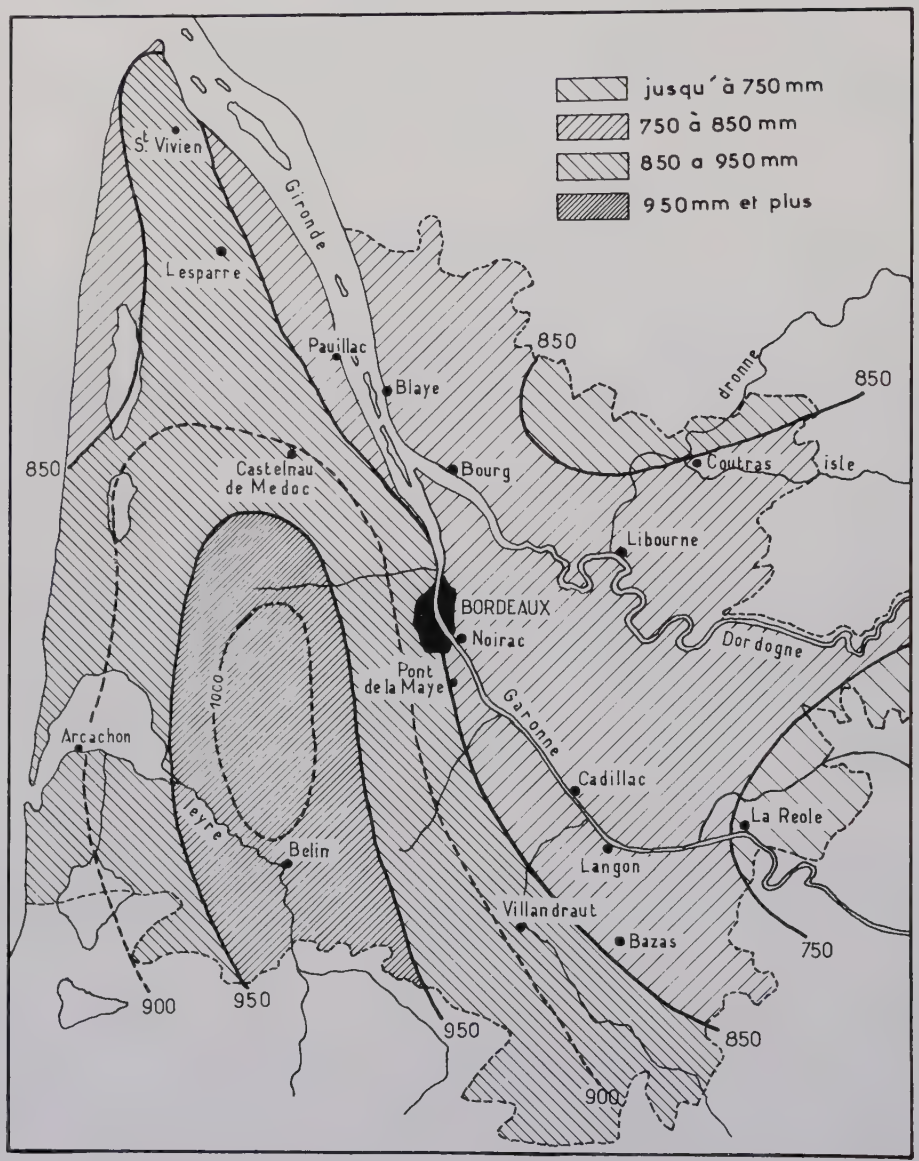


FIG. 1. — *Répartition approximative de la pluviosité en Gironde,* d'après F. HEYNARD.

Milieu, Passaduy, Certes, Aiguemortes, Paillasse, la Matte, Tagon, Arneyre ou de l'Eyga, le véritable delta de la Leyre à la pointe sud-est. Sur la côte sud, à la Hume, se jette le canal déversoir du lac de Cazaux grossi de la craste de Nezer. La Jalle de Saint-Médard, le Ciron et quelques ruisseaux de moindre importance reçoivent les eaux du versant est—sud-est pour les porter à la Garonne. Le partage des eaux du Médoc se fait au plateau de Salaunes. D'importants travaux entrepris pour drainer les Landes ont tenu compte de cette ligne de crête.

En raison des destructions opérées par le feu, il y a, depuis plusieurs années, une régression très sensible de la surface boisée.

Pour ces deux raisons le débit et la vitesse du ruissellement vers le littoral sont augmentés. Il s'ensuit une rapide érosion de la couche arable et l'entraînement d'un taux important de matières dissoutes ou en suspension : ce sont les eaux rouges, couleur d'alios, bien connues des ostréiculteurs.

Le débit des ruisseaux dépend de la pluviosité mais aussi et surtout du niveau de la nappe phréatique, comme l'a montré G. Siloret dans une étude du régime de l'eau dans une prairie des Landes de Gascogne. La capillarité du sous-sol aliotique est insuffisante pour absorber rapidement les eaux météoriques pendant la période de novembre à mai, ou au contraire pour permettre en été la remontée d'une quantité d'eau suffisante. Les écoulements sont massifs lorsque la nappe phréatique est voisine de la surface du sol. Ils deviennent de plus en plus rapides de novembre à fin mars (« Le mois de mars vide la lande », dit-on). Ils sont encore relativement abondants d'avril à juin car l'eau « capillaire » imprègne le sol jusqu'à la surface. Ils sont de plus en plus faibles de juillet à octobre car le plan d'eau s'abaisse pour atteindre son point le plus bas vers le 20 octobre. Le ruissellement reprend à partir de novembre lorsque l'eau « suspendue » fournie par les pluies d'automne rejoint l'eau capillaire.

Fig. 2. — *Configuration des passes du bassin d'Arcachon en* 1947 (à gauche) *et en* 1957 (à droite), d'après M.-L. et R. Bauchot et P. Lubet.

B) *Le bassin d'Arcachon.*

D'après Debyser, les formations géologiques qui limitent le bassin d'Arcachon sont, sur la côte ouest un cordon de dunes qui l'isole du golfe de Gascogne, sur son flanc nord-ouest des sédiments pliocènes à caractère sableux et sur son flanc sud à la fois le Pliocène et la dune actuelle.

Rattaché aux Landes girondines par ses dunes de sable et sa ceinture de pins, ainsi que par les ruisseaux qui viennent y déverser leurs eaux ferrugineuses, le bassin d'Arcachon est ouvert sur le golfe de Gascogne à son angle sud-ouest par un orifice garni de bancs de sable, dont la forme et l'orientation se modifient sans cesse, entraînant une modification des conditions hydrologiques.

Les influences océaniques étaient vraisemblablement plus fortes dans la partie centrale du bassin lorsque les passes étaient situées plus au nord. Leur allongement et leur déplacement contribuent aujourd'hui à rendre plus difficiles les échanges océan-bassin (fig. 2).

FIG. 3. — *Vue aérienne du bassin aux environs de la basse mer* (coeff. 114). Mission photographique verticale du 17 septembre 1966, 12 h 25 T.U.)

Rappelons brièvement les caractéristiques bien connues de la baie. Elle affecte une forme triangulaire de 84 km de périmètre. En son centre, l'île aux Oiseaux de 4 km² de superficie, s'élève au-dessus des plus hautes mers (fig. 3).

Soumis aux flux et reflux des marées qui déplacent deux fois par jour plusieurs centaines de millions de m³ d'eau salée, les 15 500 ha de l'ancienne lagune ont été creusés d'un lacis de chenaux et d'« esteys » délimitant quelque 5 000 ha de bancs de vase et de sable, les « crassats », qui émergent à marée basse.

1) Morphologie des fonds et nature du substrat. Deux traits essentiels ont influencé les caractéristiques sédimentologiques du bassin d'Arcachon :

son cadre géologique constitué d'un cordon dunaire reposant sur des sédiments pliocènes ;

sa faible profondeur : les fonds de — 20 m sont rares. THOULET (1894) écrit : « Presque aussitôt, le sol immergé s'élève rapidement jusqu'à — 15 m ; moins rapidement de — 15 à — 10 m, plus lentement de — 5 à 0 m ; avec une excessive lenteur et très irrégulièrement depuis le 0 des basses mers jusqu'à + 3 m, hauteur des marées moyennes et + 5 m, hauteur maximale atteinte par l'eau dans le bassin lorsqu'à l'effet des fortes marées s'ajoute l'action des vents d'ouest. »

DEBYSER (1957) a divisé la baie en trois secteurs aux caractéristiques différentes :

les passes dominées par les influences océaniques ;

la partie moyenne autour de l'île aux Oiseaux, caractérisée par un plus fort pourcentage de terres découvrantes que pour le premier secteur ;

le fond du bassin constitué par plus de 80 % de terres émergées à mer basse.

Dans son étude granulométrique, minéralogique et chimique, nous retenons les différences qui existent entre le secteur 3 (fond et bordure nord-est du bassin), et les secteurs 1 et 2.

En effet si la masse des sédiments est partout constituée en majeure partie par les sables provenant du remaniement du sable dunaire, riche en silice, alumine et fer, DEBYSER note toutefois que :

les sédiments sont plus grossiers dans les passes où sont concentrées les plus fortes teneurs en carbonate provenant des coquilles soumises à des actions d'usure dans les zones de turbulence maximum ;

les minéraux lourds de la fraction sableuse sont différents sur la bordure nord-est du bassin ;

les éléments fins sont concentrés dans le fond du bassin. Ils sont riches en micas, quartz et chlorite comme l'argile ancienne sous-jacente qui affleure au Cap-Ferret, sur la plage du Moulleau, à l'île aux Oiseaux, au banc de la Matelle, sur la rive gauche du chenal de Touze, aux bancs de Hautebelle et des Argiles. Ils sont riches aussi en matières organiques provenant de la décomposition des herbiers à zostères.

Ces variations des caractères sédimentologiques du sud-ouest au nord-est du bassin sont insuffisantes pour donner une idée générale de la morphologie des fonds. Sur le plan vertical s'étagent des biotopes variés. Ils ont été prospectés par de nombreux auteurs. Nous les avons schématisés sur la figure 4.

L'étage supralittoral est représenté par la partie supérieure des plages, la bordure des perrés et, sur la rive sud, par des prés salés argileux ou sableux.

L'étage mésolittoral supérieur est représenté par la partie moyenne des plages et des « crassats » (nom local désignant des îlots sablo-vaseux émergés à marée basse entre les chenaux) ; il s'étend jusqu'aux basses mers de grandes mortes-eaux (BMGME).

DAVANT et SALVAT ont montré les variations du profil de ces plages qui « s'engraissent » en été dans les parties hautes alors qu'en hiver elles « maigrissent » dans ces régions du fait de la forte agitation, au profit des parties basses. De même ils ont noté le mouvement d'oscillation parallèle de l'horizon de résurgence de l'eau d'imbibition des hauts de plages qui limite cette zone. De petits ruisselets, esteys ou « rouys », drainent la surface des crassats.

L'étage mésolittoral inférieur s'étend au-dessous du niveau des bassses mers de moyennes mortes-eaux. Depuis ce niveau (cote + 1,10 environ par rapport au 0 des cartes marines) et jusqu'à la laisse des basses mers de vives-eaux, sur les substrats sablo-vaseux situés au nord d'une ligne Arcachon-Bélisaire, s'étendent des pelouses de *Zostera nana*, à l'exclusion des surfaces occupées par les parcs à huîtres.

Creac'h a procédé à l'analyse granulométrique du sol plus ou moins vaseux des divers parcs du bassin d'Arcachon. Dans le tableau 1 nous avons ramené les résultats qu'il a obtenus aux quatre fractions de la classification de Bourcart. Nous en concluons que les parcs arcachonnais présentent un sol peu différent, du point de vue granulométrique, du sol des plages non cultivées. Ils sont riches en sables, poudres et sablons mais totalement démunis de grosses particules à l'est de la baie.

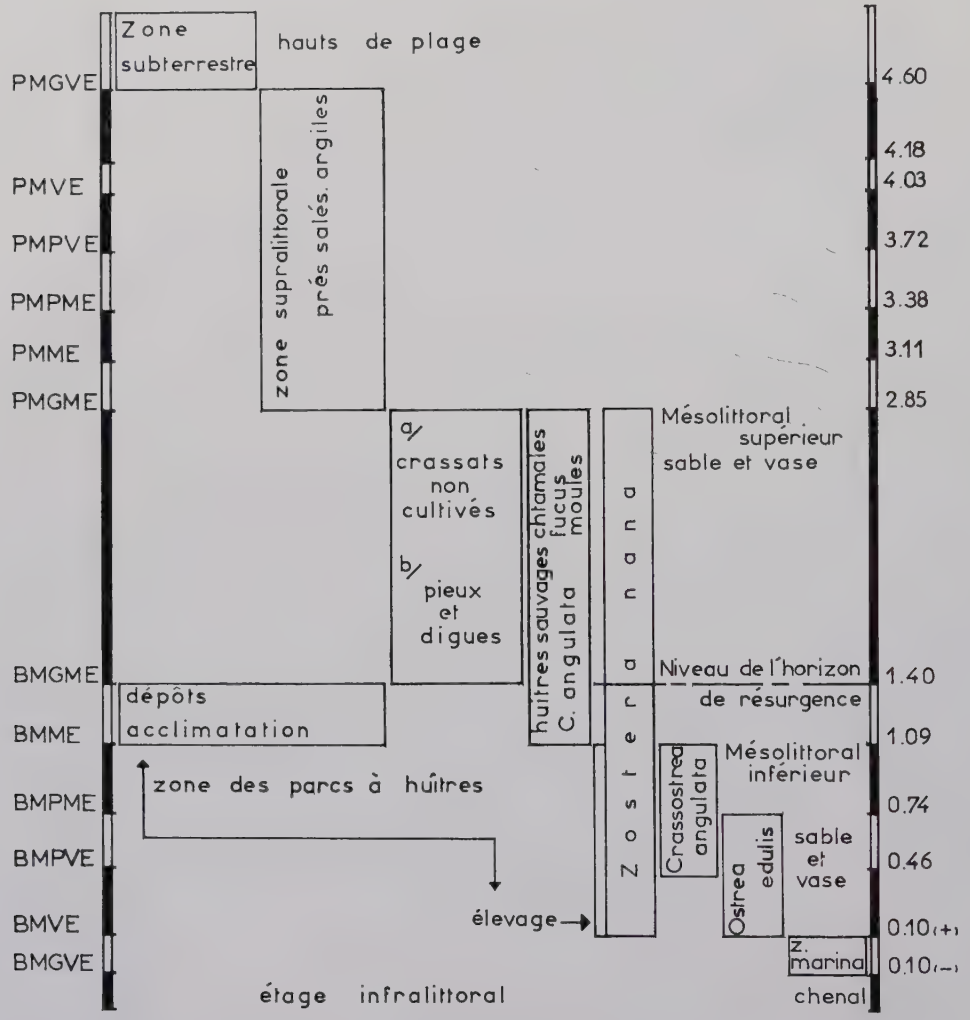


Fig. 4. — *Etagement des biotopes dans le bassin.* PMGVE : pleine mer de grande vive-eau ; PMVE : pleine mer de vive-eau ; PMPVE : pleine mer de petite vive-eau ; PMPME : pleine mer de petite morte-eau; PMGME : pleine mer de grande morte-eau; BM : basse mer.

Dans une communication au Conseil international pour l'Exploration de la Mer, en 1962, Marteil précise au contraire qu'en Bretagne la transformation des terrains émergents en parcs d'élevage d'huîtres plates entraîne une modification de la composition granulométrique du sédiment.

Il est vrai qu'en Morbihan, dans les premiers temps de l'ostréiculture, on enlevait la vase sur une épaisseur d'un mètre environ et l'on affermissait le sol par des apports de branchages, de pierres et de cailloux... Actuellement encore on modifie la composition de la couche superficielle du sol en y déposant des galets, des cailloux ou du sable, prélevés soit dans la mer, soit dans les carrières de l'arrière-pays.

Dans le bassin d'Arcachon seule une étude granulométrique très fine des débris impalpables de la phase suspensoïde, accompagnée d'analyses chimiques et microbiologiques, permettra de différencier le sol des parcs cultivés de celui des plages.

Vers la cote + 0,10 (BMVE) commencent les prairies de *Zostera marina* qui peuvent descendre jusque vers — 4 m dans l'infralittoral.

L'étage infralittoral. Parfois, dans le fond des chenaux, les herbiers s'exhaussent par accumulation de sédiments et forment des « mattes ».

J.-M. Bouchet note que les courants de marées érodent les crassats et entraînent des blocs de sable argileux, sol de l'herbier de *Zostera nana*. Ces blocs vite désagrégés sont riches en coquillages.

Fractions granulométriques en %	Bassin d'Arcachon		
	Ouest : niveau 0 à + 1,10 m		Est : niveau + 1,30 m
	La Réousse	Courbey	La Hume
	sol des parcs ensemencés		
Grosses particules	2	1	0
Sables	82	92	41
Sablons	8	5	22
Poudres	8	2	37

Tabl. 1. — *Etude granulométrique des sols de la zone mésolittorale dans le bassin d'Arcachon.* Dimension moyenne des grains de sable qui constituent 82 % du sédiment à la Réousse (parc) : 261 microns; dimension moyenne des grains de sable sur les plages à l'état naturel d'après Renaud-Debyser : 275 à 325 microns.

Chenaux et esteys occupent une superficie d'environ 80 km². Les principaux sont orientés est-ouest ; d'autres leur sont perpendiculaires. Quelques-uns sont le siège de courants intenses ; d'autres ont un régime plus calme ; en certains endroits il y a sédimentation vaseuse.

C'est ainsi que l'on peut, avec Lubet, remarquer que la nature des sédiments constituant le fond des chenaux varie autour de trois thèmes fondamentaux : les fonds sableux, où le sable, en perpétuel mouvement, forme les « caouennes » ou bancs temporaires ; les fonds vaseux en général dans les zones les plus profondes et enfin les fonds coquilliers.

2) Le climat. Dans un rapport présenté au VIIIe Congrès de Thalassothérapie en 1938, le docteur Cuvier définissait le climat de la station par son caractère marin atténué grâce à la proximité de la zone forestière balsamique, une faible amplitude dans les variations des facteurs météorologiques, une longue durée et une continuité du temps efficace d'insolation, un champ électrique et une ionisation du type des plages de brise moyenne.

Grâce aux relevés du poste d'observation établi sur le bord du bassin sous l'égide de la Société scientifique d'Arcachon en liaison avec les services de la météorologie, nous avons pu établir, sur de nombreuses années, les moyennes de la température de l'air et des quantités d'eau recueillies au pluviomètre.

Les moyennes annuelles et saisonnières des températures établies sur vingt années sont les suivantes :

Moyennes saisonnières	hiver	7°09	printemps	12°73
	été	19°90	automne	14°39
Moyenne annuelle		13°52		

La température la plus basse est enregistrée en janvier : 6°97 et la plus élevée en août : 20°58.

La stabilité de la température est remarquable. L'amplitude des écarts des moyennes mensuelles avec la moyenne générale est faible, variant de 3°25 en avril à 8°02 en décembre, sauf en février

où elle atteint 10°50. Ces variations intervenant à la fin de l'hiver ont d'importantes conséquences pour l'ostréiculture.

De 1922 à 1940 et de 1948 à 1964 inclus, soit sur 36 années, la moyenne pluviométrique a été de 806 mm. Nous manquons de renseignements de 1941 à 1947. Nous avons pu établir les hauteurs et le nombre de jours de pluie sur 29 années (de 1929 à 1940 et de 1948 à 1964 inclus).

L'humidité est due à des averses abondantes et courtes. L'automne et le début de l'hiver sont les périodes de fortes précipitations : 105,6 mm en 14 jours en décembre. Avril, juillet et août sont les mois les plus secs : 42,4 mm en 9 jours en juillet.

Malgré des variations, l'examen des moyennes pluviométriques établies depuis 1922 montre la succession d'une période humide et d'une période de relative sécheresse coupée de séries pluvieuses de courtes durées.

De 1922 à 1940 inclus, en effet, la moyenne générale des hauteurs d'eau recueillies s'établit à 893 mm ; 14 années sur 19 elles sont *supérieures à 800 mm.* Le chiffre le plus bas a été atteint en 1940 avec 728,6 mm.

Au contraire, de 1948 à 1964 inclus, la moyenne n'est plus que de 708 mm ; 12 années sur 17 les hauteurs d'eau recueillies sont *inférieures à 800 mm.* Le chiffre le plus bas a été atteint en 1953 avec 395,2 mm. Les deux courtes séries pluvieuses qui ont coupé cette période se sont déroulées de 1951 à 1952 (moyenne : 872,3 mm) et de 1958 à 1960 (moyenne : 1 036,8 mm avec maximum de 1 319,1 mm en 1960).

La luminosité du bassin d'Arcachon est remarquable. Citant les recherches poursuivies par le Docteur Lalesque à l'aide de l'héliographe Campbell, le Docteur Cuvier notait que :

la moyenne des jours où le soleil brille de façon plus ou moins longue est de 301 contre 64 jours sans soleil,

l'intervalle maximum entre deux apparitions du soleil est en moyenne de 2 jours et demi.

Nous avons calculé les durées de l'insolation en heures et dixièmes au cours des trois périodes suivantes :

de 1920 à 1933 : observations du docteur Lalesque à Arcachon ;

de 1954 à 1957 : observations du poste météorologique de Cazaux à quelques kilomètres d'Arcachon ;

de 1962 à 1964 : observations du poste forestier d'Arcachon.

Les moyennes annuelles au cours de ces trois périodes ont été de : 1 606 h 9, 2 204 h 8, 2 243 h.

Les moyennes mensuelles minimales ont été de 48 h 3 en décembre pour la première période ; 52 h 4 en décembre pour la deuxième période ; 95 h 5 en novembre pour la troisième période.

Les moyennes mensuelles maximales ont été de 223 h 5 en juillet pour la première période ; 262 h 2 en août pour la deuxième période ; 298 h 9 en juin pour la troisième période.

Malgré des variations locales, ces moyennes confirment l'évolution du climat. La période récente caractérisée par une relative sécheresse est aussi marquée par une plus grande luminosité.

Depuis 1963 seulement nous disposons de renseignements sur le régime des vents à Arcachon même. Il est évident que certaines années le régime général est modifié : les conséquences peuvent en être importantes et expliquer en partie certaines anomalies constatées dans l'évolution du plancton.

Des quelque 30 000 observations effectuées au poste météorologique de Cazaux du 1er janvier 1948 au 31 décembre 1957, nous avons essayé de dégager les faits saillants du régime des vents susceptibles d'influencer le milieu marin.

En général, on peut dire que les périodes de calme sont fréquentes en automne et au début de l'hiver (octobre à janvier inclus), voisines de la moyenne annuelle à la fin de l'hiver (février à mars) et en été (juillet à septembre), rares au printemps (d'avril à juin).

D'une façon plus précise, le mois le plus calme est octobre, le plus venteux est avril pendant lequel non seulement les périodes de calme sont rares, mais encore la brise est plus forte qu'au cours des autres mois de printemps et d'été.

C'est en juillet que le vent souffle avec la plus faible intensité et en février avec la plus grande force.

Rapportées à 1 000 observations, les fréquences moyennes annuelles des vents s'établissent ainsi par ordre décroissant : ouest (236), nord-ouest (157), nord (135), sud-ouest (115), nord-est (105), sud (79), est (70), sud-est (53). On compte 50 périodes de calme (fig. 5).

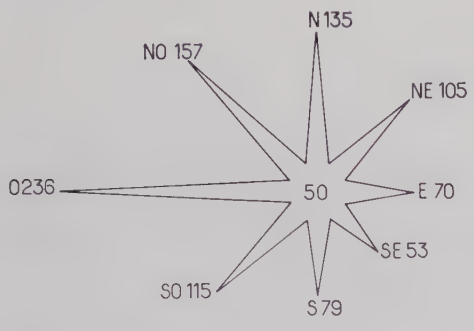


Fig. 5. — *Rose annuelle des vents à Cazaux.*

Dans près de 80 % des cas ils soufflent dans la demi-rose sud-ouest — nord-est. Les vents dominants viennent :

du sud, sud-ouest et ouest en novembre-décembre,
du sud-ouest, ouest et nord en janvier, février et mars,
de l'ouest, nord-ouest et nord d'avril à septembre,
de l'ouest, nord et nord-est en octobre.

Il apparaît que les vents tournent du sud-ouest vers le nord-est du mois de novembre au mois d'octobre qui constitue une transition entre le régime d'été et le régime d'hiver. Les mois de février, mars et avril sont sujets à des sautes de vents dans toutes les directions.

Notons enfin l'importance des vents « solaires ». Hautreux a montré que sur toute la côte des Landes pendant l'été, les vents qui soufflent le matin de directions variées, viennent le soir du nord-ouest, aspirés par la région landaise surchauffée.

Les vents provoquent des perturbations dans le phénomène de la marée et peuvent ainsi troubler le travail ostréicole, principalement en hiver. Pendant la grande marée du 1er au 15 décembre 1958, les ostréiculteurs n'ont pu récolter les huîtres qu'ils devaient livrer aux expéditeurs avant les fêtes de Noël, les parcs n'ayant pas asséché. Les vents du sud-ouest, soufflant en tempête, avaient créé un courant tel, de l'océan vers le bassin, que malgré les coefficients élevés le niveau de la mer n'avait pas baissé plus qu'en période de mortes-eaux. Du 29 décembre 1951 au 8 janvier 1952, toutes les expéditions d'huîtres à partir de la côte sud ont dû être suspendues à la suite d'une submersion du littoral provoquée par un coup de vent au moment de la pleine mer.

De même, ils peuvent infléchir les courbes de la salinité et modifier la durée d'émersion des collecteurs et le sens des courants de surface, en automne principalement : les vents du nord et de l'est créent un courant de la baie vers l'océan entraînant un abaissement appréciable du niveau de la basse mer au moment des vives-eaux. Les collecteurs émergent pendant une durée plus longue. Ce phénomène, intervenant à la fin de l'été et au début de l'automne au moment où les écarts entre la température de l'eau et de l'air sont les plus considérables, est à l'origine probable de certains cas de mortalité du naissain (1952-1954).

Ces mêmes vents d'automne expliquent que les fixations des larves d'huîtres portugaises se fassent presque exclusivement sur les côtes sud du Cap-Ferret à Piquey et dans le chenal d'Arams, lors des années de reproduction tardive.

Les vents agissent enfin, en les multipliant ou en les réduisant, sur les plans de contacts de l'air et de l'eau. Avril, mai et juin sont ainsi les mois les plus aérés. En octobre les périodes de calme, plus fréquentes, sont défavorables à l'absorption de l'oxygène de l'air par l'eau de mer, déjà contrariée par une salinité et une température plus élevées qu'au printemps.

II. — Le régime hydrologique.

A) *Marées et courants.*

Notons d'abord avec Davant et Salvat que les marées dans le bassin d'Arcachon sont du type semi-diurne et, bien que dans le golfe de Gascogne la durée de la marée descendante soit un peu plus courte que celle de la marée montante, on peut considérer que le flux et le reflux ont chacun une durée approximative de six heures.

Une première idée des courants de marée nous est donnée par le décalage de l'heure de la pleine mer dans les différentes stations du bassin d'Arcachon. Il s'établit approximativement ainsi d'après l'annuaire des marées :

Le Cap-Ferret	: H	Arcachon	: H + 35	Gujan	: H + 47'
Piraillan	: H + 12	Arès	: H + 40	Taussat	: H + 47'
Le Canon	: H + 15	Andernos	: H + 45'	Audenge	: H + 50'
L'Herbe	: H + 18	La Teste	: H + 45'		

A partir du Ferret le courant de flot suit deux directions principales : vers le nord par le chenal de Piquey ; vers l'est par le chenal du Teychan.

« Les courants de marée, particulièrement vifs dans les grands chenaux, peuvent atteindre en certains endroits 2 m/s en surface » (J.-M. Bouchet).

D'une façon très générale, à partir des grands axes, les courants s'établissent dans les chenaux secondaires (esteys et rouys), dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

En revanche, la présence des bancs de sable et des « mattes » provoque souvent des systèmes compliqués. C'est ainsi que s'explique le retard de l'heure de la pleine mer au Canon et à l'Herbe par rapport à Piraillan.

Etude des courants par lancer de flotteurs. Pour mieux connaître le cheminement des eaux douces, les possibilités de transport des éléments planctoniques et les limites de leurs déplacements, nous avons procédé en 1961 à quatre lancers de flotteurs.

Comme Marteil en 1956 pour l'étude des courants du littoral sud de la Bretagne, nous avons utilisé soit des bouteilles dérivantes ovoïdes de 35 cl environ, lestées pour que seule l'extrémité du goulot apparaisse à la surface de l'eau, soit des flotteurs immergés formés de deux flacons reliés par un fil de fer galvanisé long de 50 cm ou 1 m (fig. 6).

Nous avons suivi en embarcation leurs parcours pendant une période de flux et de reflux, relevé en fin d'essai une partie d'entre eux et laissé dériver les autres. Nous avons ainsi recueilli quelques informations sur la vitesse et la direction des courants de surface et les échanges bassin-océan.

Les flotteurs immergés se retrouvaient à chaque instant dans les lignes d'écume et de zostères coupées qui se forment au contact des masses d'eau animées de mouvements plus ou moins rapides, et bien connues des ostréiculteurs et des pêcheurs sous le nom de « ligneuls ». Ces ligneuls se rapprochent des « pignots » qui bordent les parcs ou bien rejoignent le milieu du chenal et démarquent ainsi le trajet des eaux superficielles déviées sous l'action des vents.

Le premier lancer eut lieu le 26 octobre 1961 deux heures après la pleine mer, à hauteur de la Sableyre, dans le chenal d'Audenge, par marée de vive-eau (coef. 101) et vent de sud-ouest. Les bouteilles atteignaient le sud du Grand Banc une demi-heure avant la basse mer. Par contre celles qui furent lancées sensiblement au même endroit le 30 novembre par marée de morte-eau (coef. 39) et vents tournant du nord-ouest au sud-ouest, parvenaient à hauteur de la pointe du Tès à 5 heures de jusant. La dérive en vive-eau fut donc d'environ 10 km en 3 h 30 min. Elle fut de moins de 5 km en morte-eau.

La vitesse moyenne de translation des masses d'eaux superficielles de l'est vers l'ouest, par vents contrariants de sud-ouest, fut ainsi évaluée à 3 000 m/h en vive-eau et 1 200 m/h en morte-eau.

Les flotteurs immergés à pleine mer à la sortie du canal de Lège le 12 décembre 1961 par vent de nord léger et coefficient 82, se trouvaient 3 heures après à la pointe de Hautebelle après un parcours d'environ 5 km ; certains étaient récupérés à basse mer contre les pignots de Piraillan après avoir parcouru en 6 heures une dizaine de kilomètres. La vitesse moyenne de translation du nord vers le sud fut donc au cours de cette expérience de 1 600 m/h.

Enfin le 11 décembre 1961 par coefficient 86 et vents de sud-ouest, nous avons suivi pendant les premières heures de flot les bouteilles immergées une demi-heure après la basse mer dans le chenal de Piquey, face au gisement naturel de la Vigne. Après avoir gagné la face opposée du chenal (Le Canelon) elles sont revenues vers le Canon qu'elles atteignaient à 2 h 30 de flot. Elles avaient ainsi dérivé du sud au nord sur 3 km en 2 heures à la vitesse moyenne de 1 500 m/h.

Les flotteurs que nous avons laissé dériver se sont dispersés.

Sur 12 recaptures, 2 seulement ont été faites à l'extérieur de la baie, l'une sur la plage du Gurp près de Grayan dans le Médoc au nord du Cap-Ferret, l'autre au lieudit La Fosse dans l'île de Noirmoutier ; la première 32 jours, la seconde 47 jours après le lancer. Les échouages dans le bassin d'Arcachon se sont faits essentiellement sur la côte ouest depuis le banc d'Arguin jusqu'à la plage de la pointe aux Chevaux à Grand Piquey et sur la côte nord-est sur les plages du Mauret et d'Andernos.

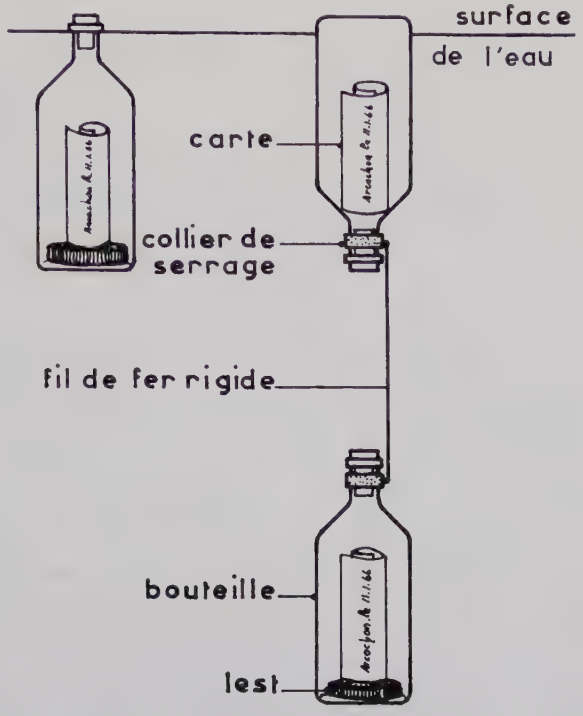


Fig. 6. — *Type de flotteurs utilisés.*

Les conclusions générales que l'on peut tirer de ces essais sont les suivantes :

la translation des masses d'eau de l'amont vers l'aval est considérablement réduite en morte-eau ;

le renouvellement des masses d'eau de la zone est de la baie n'est que partiel : le premier flot ramène dans ce secteur une partie des eaux qui s'en écoulaient au jusant, avant qu'elles n'aient pu atteindre l'océan ;

les vents peuvent dévier les courants de surface vers l'une ou l'autre rive d'un chenal.

Ces faits sont confirmés par l'étude hydrologique ; ils permettent de mieux comprendre la dispersion des larves d'huîtres.

B) *Conditions physico-chimiques des eaux.*

Des recherches de Thoulet, Hautreux, Rodier, Bohn et Legendre, nous avons essayé de dégager les faits notables et les conclusions toujours valables.

Les variations des températures saisonnières sont beaucoup plus grandes à Arcachon qu'au large de la côte des Landes. De même les variations thermiques journalières sont très importantes, particulièrement pendant les grandes marées ; c'est une conséquence de la nature du sol, le sable subissant rapidement les variations de la température de l'air.

Les plus faibles densités s'observent à marée basse, les plus fortes à marée haute ; les variations sont moindres pendant les mortes-eaux.

La densité diminue en hiver et augmente à la fin du printemps, mais l'action des pluies ne se manifeste que lorsque le sol des Landes est imbibé à saturation. A l'intérieur même du bassin chaque région subit des perturbations qui lui sont propres.

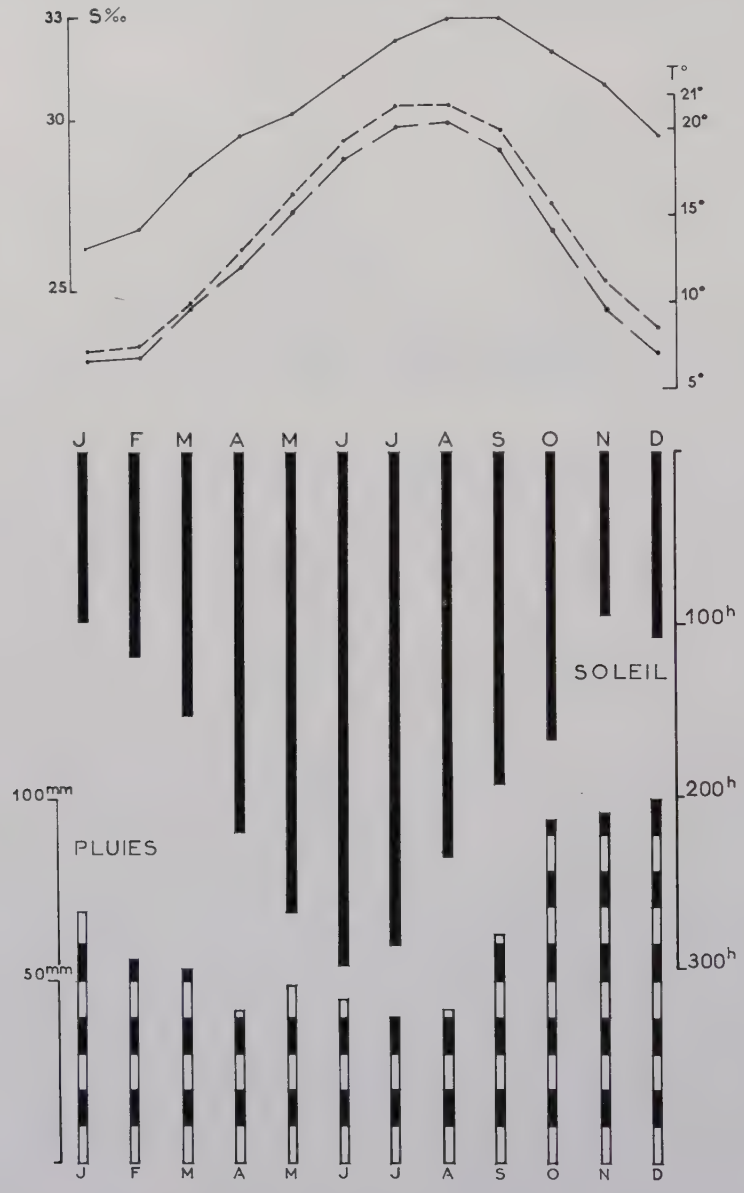


Fig. 7. — *Les conditions moyennes du milieu dans le bassin :* salinités (trait plein), températures de l'eau (tirets), températures de l'air (trait discontinu).

Legendre a montré que les variations diurnes de l'oxygénation de l'eau de la côte à Arcachon ne sont pas simplement dues aux variations des facteurs physiques mais subissent aussi fortement l'influence des facteurs biologiques : respiration, assimilation chlorophyllienne...

Nous avons schématisé sur la figure 7 les conditions moyennes du milieu au cours des années les plus récentes : salinités de 1954 à 1964 ; températures de l'air et de l'eau de mer de 1955 à 1964 ; durées d'insolation de 1962 à 1964 ; hauteurs des pluies de 1954 à 1964.

Nous entrons ensuite dans l'étude détaillée des températures, des salinités, de l'oxygène dissous en fonction d'observations portant sur une vingtaine d'années.

***a)* Température moyenne de l'eau de mer, ses relations avec la température de l'air (stations fixes).** Le bassin d'Arcachon n'a pas une température moyenne uniforme. Sa faible profondeur amène, selon les saisons et malgré le brassage des courants de flot et de jusant, un échauffement et un refroidissement rapides de la couche d'eau qui, de ce fait, accuse une différence avec l'eau du large. Cette différence va en s'accentuant des passes du Cap-Ferret à la côte d'Arès-Audenge. Expérimentalement il fut cependant démontré qu'un thermomètre à maxima-minima immergé à la jetée d'Eyrac donnait assez exactement la moyenne entre les températures extrêmes du Cap-Ferret et celles de la côte opposée.

Depuis le 1er juin 1962 nous avons remplacé le thermomètre à maxima-minima de la jetée d'Eyrac par un enregistreur.

Les moyennes annuelle et saisonnières des températures de l'eau de mer établies sur les vingt années pendant lesquelles les températures de l'air ont été simultanément enregistrées, soit en 1926 et 1927, de 1929 à 1934, en 1937 et 1939 et de 1955 à 1964 sont les suivantes :

Moyennes saisonnières :	hiver	7°98	été	20°97
	printemps	13°36	automne	15°77

La température la plus basse est relevée en janvier (7°58) et la plus élevée en août (21°60).

La température moyenne de l'eau suit une courbe sensiblement parallèle à celle de l'air. Elle lui est en général supérieure dans le rapport 1,07. Les écarts sont très faibles, inférieurs à 1°, de janvier à mai ; ils sont maximaux en octobre, novembre et décembre.

Il arrive exceptionnellement que les températures moyennes de l'air soient supérieures à celles de l'eau de mer et il semble bien que le vent en soit la cause principale. Un exemple est significatif : de janvier à avril 1958 les vents du quadrant ouest-sud ont été beaucoup plus fréquents que d'habitude à pareille époque (53 % au lieu de 45 % des observations) ; ces vents chauds et humides ont agi plus rapidement sur l'air que sur l'eau qui est à nouveau devenue plus chaude que l'air en mai ; on compte 57 périodes de calme en mai 1958 contre 30 en moyenne à la même époque et 26 seulement en avril 1958.

C'est en février que les écarts de température avec la moyenne du mois considéré sont les plus forts : 9°30 pour l'eau de mer, 10°50 pour l'air. C'est pourquoi l'influence de ce mois détermine la précocité ou le retard du cycle biologique annuel de l'huître. Le mois le plus stable paraît être juillet.

Les amplitudes thermiques sont très variables : inférieures en général à 2° (amplitudes moyennes mensuelles ou différences entre les moyennes des températures maximales et minimales) et à 8° (amplitudes extrêmes mensuelles ou différences entre les extrêmes des températures maximales et minimales du mois) pour l'eau de mer, elles atteignent 9° et 21° pour l'air.

***b)* Rythme et importance des variations de la température au cours de la marée.** C'est grâce à l'enregistrement sur bandes hebdomadaires que nous avons pu faire cette étude.

Le dépouillement détaillé des diagrammes pour la période du 15 mars 1964 au 15 mars 1965 nous a montré l'existence de quatre schémas bien distincts.

Du 16 mars au 7 mai 1964, la courbe présente un sommet par période de 24 heures (fig. 8). La montée de la température commence au début et s'accentue à la fin du jusant pour culminer à la basse mer ou au début du flot de l'après-midi ou de la soirée, très rarement le matin. Elle redescend alors très légèrement jusqu'aux environs de la pleine mer et marque un palier jusqu'à la pleine mer suivante. Les variations au cours de la marée, inférieures à 1° au début, atteignent environ 3° à la fin de cette période.

Du 8 mai au 9 août, la courbe présente une série de maxima et de minima, les uns correspondant aux basses mers ou aux premières heures de flot et les autres aux pleines mers ou aux premières heures de jusant (fig. 9). La différence entre les maxima et les minima dépasse parfois 3°.

Du 10 août au 8 octobre, la représentation graphique reprend l'allure d'une succession de paliers avec des maxima plus ou moins marqués aux basses mers ou dans les premières heures de flot de l'après-midi (fig. 10). Inférieures au début à 2°, les variations au cours de la marée deviennent insensibles à la fin de cette période.

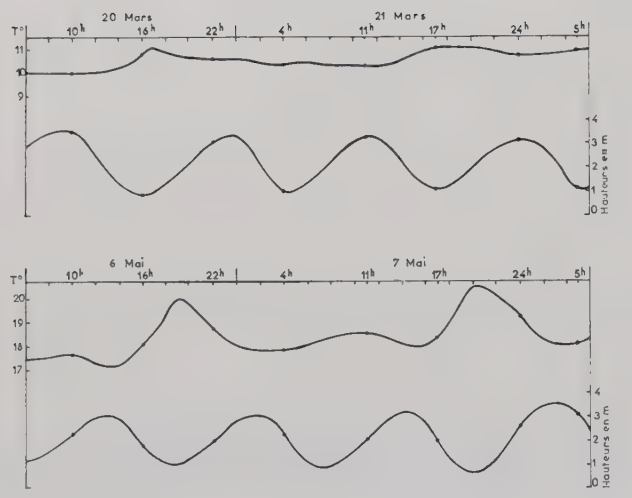


FIG. 8. — *Période transitoire de printemps.*

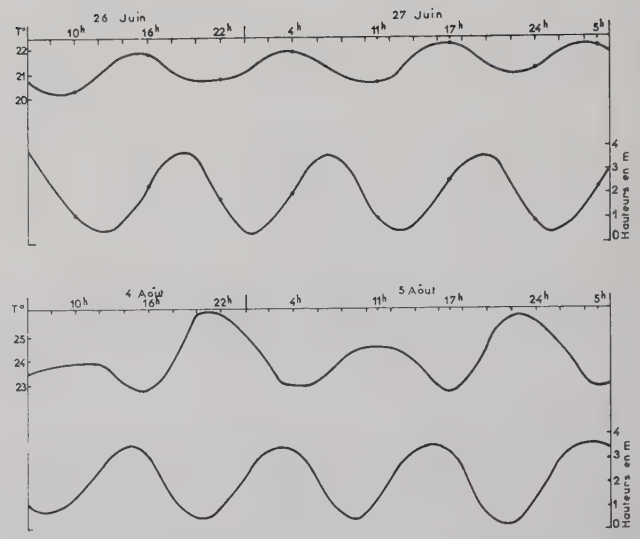


FIG. 9. — *Période estivale.*

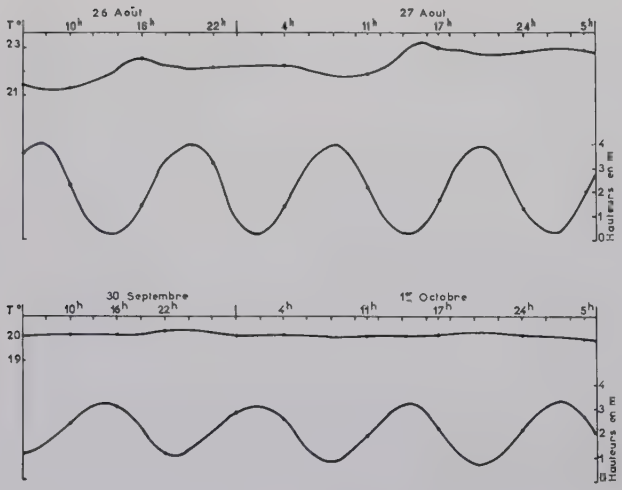


FIG. 10. — *Période transitoire d'automne.*

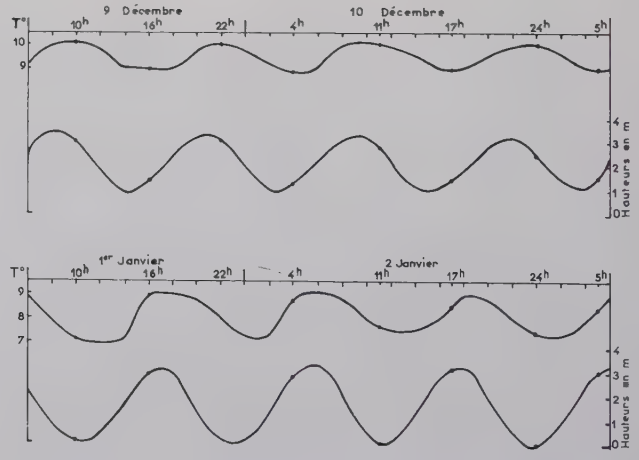


FIG. 11. — *Période hivernale.*

Les variations des températures de l'eau de mer au cours de la marée.

Enfin du 9 octobre 1964 au 9 mars 1965, la courbe des températures épouse sensiblement celle des marées. Les maxima correspondent aux pleines mers et les minima aux basses mers (fig. 11). Les différences entre maxima et minima sont de l'ordre de 1 à 2°.

Nous avons constaté de rares exceptions à ces schémas.

1re période : du 27 au 29.IV.64, la courbe présentait deux sommets (vives-eaux).

2e période : du 2 au 6.VI, du 16 au 22.VI, du 30.VII au 3.VIII.64, la courbe présentait un seul sommet le soir (mortes-eaux).

3e période : pas d'exception.

4e période : du 28 au 31.X.64, du 25 au 31.I.65, du 22 au 28.II.65, les maxima formaient palier, un seul minimum se produisant le matin (mortes-eaux).

Par contre, les représentations graphiques des températures présentent la même allure générale :

du 1.III. au 30.IV.63	du 1.V au 4.VIII.63	du 1.VIII au 8.X.64
du 16.III. au 7.V.64	du 8.V au 9.VIII.64	du 29.X.62 au 28.II.63
du 1.III au 1.V.65	du 15.IX au 28.X	du 9.X.64 au 9.III.65

Notre appareil n'a pas fonctionné du 23 septembre 1963 au 15 mars 1964.

Nous pouvons donc raisonnablement parler d'un cycle saisonnier des variations de la température de l'eau du bassin au cours de la marée et distinguer les périodes suivantes.

Une période hivernale avec un maximum correspondant à la pleine mer. Elle s'étend d'octobre à février inclus lorsque la température minimum de l'air est inférieure à 10°. A cette époque les températures des eaux océaniques au large d'Arcachon sont plus élevées que celles du bassin (tabl. 2). Le plancton s'appauvrit mais le taux des matières organiques dissoutes est élevé. Les huîtres ne poussent pas mais engraissent. C'est aussi pour elles la phase de repos sexuel.

Mois	Température de surface	
	Golfe de Gascogne (Ordre de grandeur)	Bassin d'Arcachon (Valeurs moyennes)
Janvier	11°50 à 12°50	7°60
Février	11° à 12°	7°80
Mars	12° à 13°50	10°30
Avril	13° à 14°50	13°30
Mai	13° à 16°	16°50
Juin	15°50 à 17°50	19°70
Juillet	18° à 20°	21°60
Août	19° à 21°	21°60
Septembre	19° à 21°	20°10
Octobre	19°50 à 16°	15°80
Novembre	15° à 13°50	11°30
Décembre	13° à 12°	8°50

Tabl. 2. — *Comparaison des températures de surface du golfe de Gascogne et du bassin d'Arcachon.* Les températures pour le golfe de Gascogne ont été relevées sur les bulletins d'activité des navires-pilotes-de-pêche de l'Institut des Pêches maritimes « Donibane » et « Roselys »; pour le bassin d'Arcachon les températures sont des moyennes calculées sur vingt années d'observations à Eyrac (1926-27, 1929-34, 1937, 1939, 1955-64).

Deux périodes transitoires pendant lesquelles les températures sont les plus stables, montant ou descendant par paliers avec des maxima plus ou moins marqués aux basses mers ou aux premières heures de flot de l'après-midi : l'une au printemps (mars-avril), l'autre en automne (août à octobre). « Les températures des eaux du golfe de Gascogne et celles de la baie ont tendance à s'équilibrer. Ce sont, par excellence, les périodes d'échanges océan-bassin où se font sentir les influences pélagiques. » (Lubet, 1955). Ce sont aussi pour les huîtres les époques d'activité de gamétogénèse et de croissance.

Enfin *une période estivale* avec deux maxima correspondant aux basses mers ou aux premières heures de flot (mai-août). Les eaux de la baie sont plus chaudes que celles du golfe. A partir de la fin du mois de mai il se produit un renouvellement complet dans le plancton. On assiste à une pullulation d'espèces néritiques (Lubet, 1953). La température moyenne dépasse toujours 15° et parfois 22° en juillet et en août. C'est alors que les différences au cours de la marée sont les plus sensibles et peuvent avoir les plus importantes conséquences sur l'évolution des larves d'huîtres.

Remarquons que les exceptions qui rompent parfois cette périodicité se sont présentées soit au printemps, en vives-eaux, soit en été et en hiver, pendant les mortes-eaux.

Or, les basses mers du matin se produisent aux environs de minuit par marées de fort coefficient et entre 3 et 9 heures par faible coefficient. Comme nous savons par ailleurs que la température de l'air à Arcachon est stable pendant la période nocturne et s'élève même à partir de minuit (Cuvier, 1938), tandis qu'elle s'abaisse au début de la matinée, nous comprenons l'apparition occasionnelle

d'un second maximum au printemps en grandes vives-eaux, sa disparition en été et en hiver l'accentuation du minimum matinal en petites mortes-eaux.

c) **Etude détaillée des températures et des salinités.** Un réseau de 22 stations a été tracé sur le bassin d'Arcachon. Douze points caractéristiques ont été retenus et suivis régulièrement depuis 1954. Les autres ont été prospectés dans la mesure du possible et dans les périodes de grande variabilité.

A chaque station, la température a été relevée et des échantillons d'eau prélevés pour évaluation de la teneur en sels. Pour avoir une image exacte du bassin d'Arcachon, il eût fallu que les stations soient faites simultanément. Pratiquement cela ne nous a pas été possible. Les stations ont été faites successivement au cours de tournées d'une durée approximative de 3 heures effectuées autour de la pleine mer en hiver, de 2 à 5 heures de flot en été.

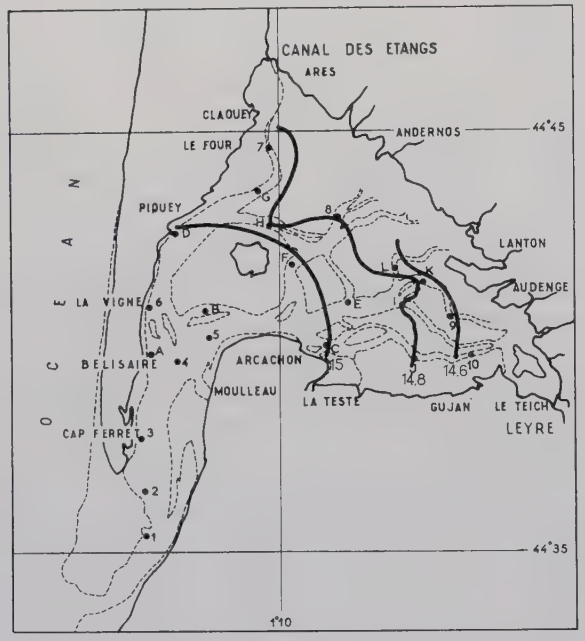


FIG. 12. — *Isothermes annuelles.*

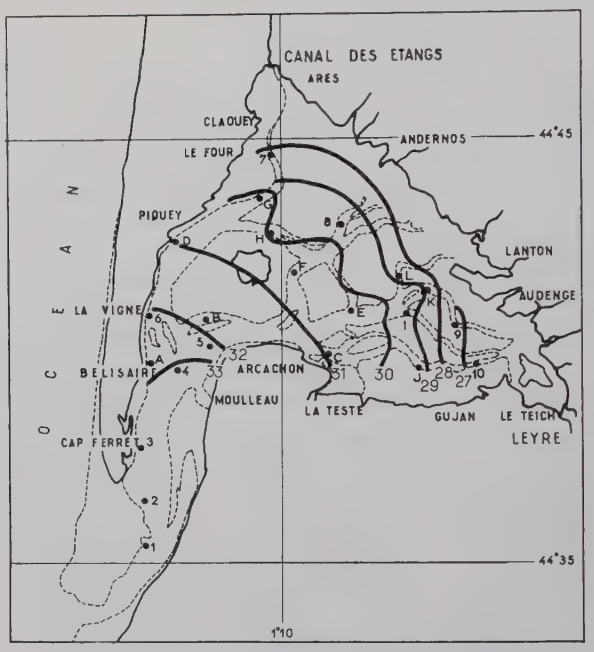


FIG. 13. — *Isohalines annuelles.*

D'octobre à avril inclus, une série d'échantillons a été prélevée sur l'ensemble du réseau au moins une fois par mois. De mai à septembre les 12 stations principales ont été prospectées deux ou trois fois par semaine. Les prélèvements d'eau ont été régulièrement effectués en surface, à 20 cm environ au-dessous du plan d'eau. Ils ont été faits occasionnellement au fond. La chlorinité des échantillons recueillis a été déterminée par la méthode de Knüdsen, l'eau normale de Charlottenlund servant de terme de comparaison. La salinité a été calculée à l'aide des tables de Knüdsen.

Entre le 1er janvier 1954 et le 31 décembre 1964, 7 000 à 8 000 échantillons ont été analysés au laboratoire de l'Institut des Pêches maritimes d'Arcachon. En vue d'apprécier les variations au cours de la marée, plusieurs séries de prélèvements ont été effectuées à intervalles réguliers, en différents points.

Nous avons calculé avec précision pour les 12 stations principales la moyenne des observations faites entre le 1er janvier et le 31 décembre au cours des années 1954 à 1964. Les figures 12 et 13 représentent les salinités et les températures moyennes en surface.

Nos observations systématiques montrent que, pour une année, la température moyenne des eaux superficielles aux environs de la pleine mer diminue depuis l'océan jusqu'au fond du bassin. L'iso-

therme 15° part du nord de l'anse de Piraillan, passe au nord de la pointe du Congre, pour aboutir à l'est de la pointe d'Arams. L'isotherme 14°80, qui limite la zone intermédiaire, montre trois avancées vers le chenal d'Arès, le chenal d'Andernos et le chenal de Lanton.

Nos observations systématiques montrent que, pour un cycle annuel, les variations de salinités sont rapides (isohalines 27, 28, 29) à partir du moment où les grands chenaux se subdivisent en chenaux secondaires plus étroits et moins profonds.

L'isohaline 30 ‰ présente trois avancées vers le chenal d'Arès, le chenal d'Andernos et le chenal de Lanton. L'isohaline 31 ‰, beaucoup plus régulière, joint l'anse de Piraillan à la pointe d'Arams. La salinité moyenne est comprise entre 32 et 33 ‰ dans une zone assez étroite délimitée au nord par une ligne La Vigne-bouée 15 et au sud par une ligne phare du Cap-Ferret-bouée 14.

En résumé, en comparant salinités et températures, nous remarquons que la poussée des eaux océaniques se manifeste suivant une direction générale sud-ouest—nord-est et se subdivise en quatre courants principaux par le chenal de Piquey via Arès, le chenal de Courbey via Cousse et Andernos, le chenal du Teychan via Lanton, le chenal d'Arams via Gujan.

Mois	Températures (en °C)			Salinites (en g/l)	
	Moyenne à Eyrac	Moyenne des stations (1954-1964)	Ecarts entre deux stations	Moyenne des douze stations (1954-1964)	Ecarts entre deux stations
Janvier	7°6	7°1	+ 2°	26,3	+ 6,2
Février	7°8	8°4	+ 1°2	26,8	+ 7
Mars	10°3	10°6	+ 1°7	28,4	+ 5,8
Avril	13°3	13°3	— 0°6	29,5	+ 5
Mai	16°5	17°9	— 1°3	30,1	+ 2,4
Juin	19°7	20°3	— 0°9	31,2	+ 2,2
Juillet	21°6	21°8	— 0°8	32,2	+ 2
Août	21°6	21°8	— 0°5	32,8	+ 1,8
Septembre	20°1	20°8	— 0°4	32,8	+ 2
Octobre	15°8	15°5	+ 0°8	31,8	+ 3,7
Novembre	11°3	11°7	+ 2°	30,8	+ 4,2
Décembre	8°5	9°1	+ 2°	29,4	+ 5,8

Tabl. 3. — *Conditions moyennes mensuelles des températures et des salinités.* Ecarts entre les deux stations montrant les températures et les salinités moyennes les plus et les moins élevées. Nous avons considéré les écarts *positifs* lorsque la station montrant la température ou la salinité la plus élevée était située à l'ouest et celle montrant la température ou la salinité la moins élevée à l'est du bassin; nous les avons considérés *négatifs* dans le cas contraire.

Les principaux chenaux peuvent se classer par ordre des salinités et températures décroissantes de surface en quatre groupes : groupe I Bélisaire (32,7 ‰-15°20), groupe II Courbey, Arams, Piquey (31,4, 31, 30,9-15°), groupe III Teychan, Cousse, Arès (30,3-14°90) et l'Ile (29,7-14°80), groupe IV Comprian (29,2-14°80), Gujan, Audenge (29-14°80) et Lanton (28,9 ‰-14°70).

Les variations saisonnières sont importantes et modifient les schémas proposés pour les conditions moyennes annuelles. Nous rappellerons brièvement, pour les températures, que les eaux océaniques au large d'Arcachon sont plus chaudes que celles de la baie d'octobre à avril, ces deux mois constituant des périodes de transition. De mai à septembre inclus, la température est plus basse dans le golfe de Gascogne.

En ce qui concerne les salinités, la courbe ne suit pas nécessairement celle des pluies mais elle est inverse de celle des variations de la nappe phréatique : de novembre à mars les ruissellements sont importants tandis qu'ils sont de plus en plus faibles de juillet à octobre.

Pour mieux comprendre l'évolution des conditions moyennes au cours des mois, nous avons porté dans le tableau 3 les écarts entre les deux stations montrant les salinités et les températures extrêmes : les conditions les plus homogènes sont réalisées de mai à septembre inclus ; les écarts maximaux sont obtenus de décembre à mars inclus.

Nous avons construit les diagrammes T-S des conditions moyennes des eaux de surface (fig. 14) et ceux concernant trois stations choisies au sud-ouest, au nord et à l'est de la baie (fig. 15). De même

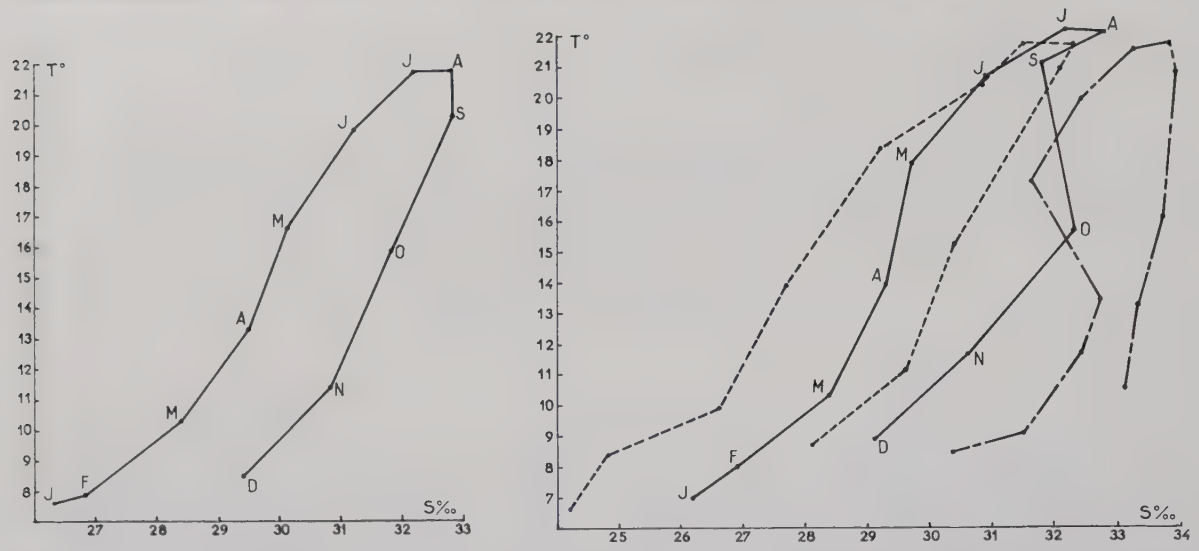


Fig. 14 et 15. — *Diagrammes T/S des eaux de surface selon les mois.* A gauche *bassin d'Arcachon;* à droite *chenaux de Lanton* (tirets), *Arès* (trait plein) *et Bélisaire* (traits et tirets).

nous avons tracé les courbes des températures des stations de Bélisaire et d'Arès, d'Arams et Lanton (fig. 16) et les isothermes et isohalines des mois de janvier, avril, août et octobre (fig. 17 à 24) ;

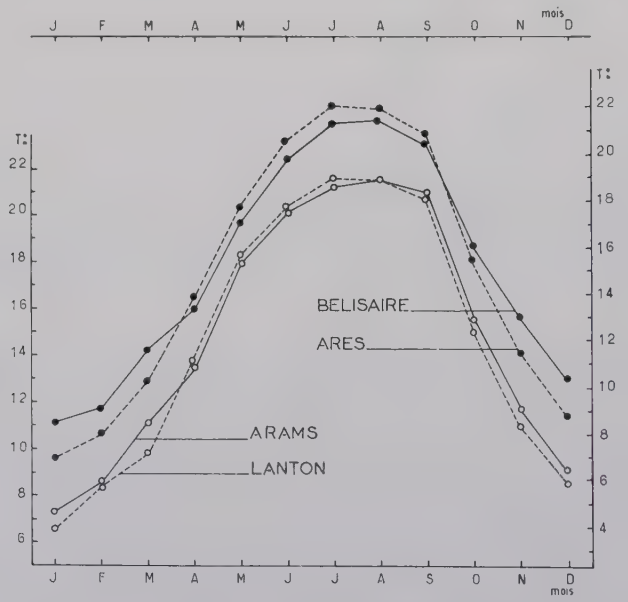


Fig. 16. — *Courbes des températures moyennes mensuelles de l'eau de mer.* Les températures des chenaux d'Arams et Lanton sont portées en ordonné à gauche et celles des chenaux de Bélisaire et Arès en ordonnée à droite de la figure.

enfin nous avons établi les graphiques montrant les différences de salinités entre deux stations voisines choisies dans quatre zones de la baie (fig. 25).

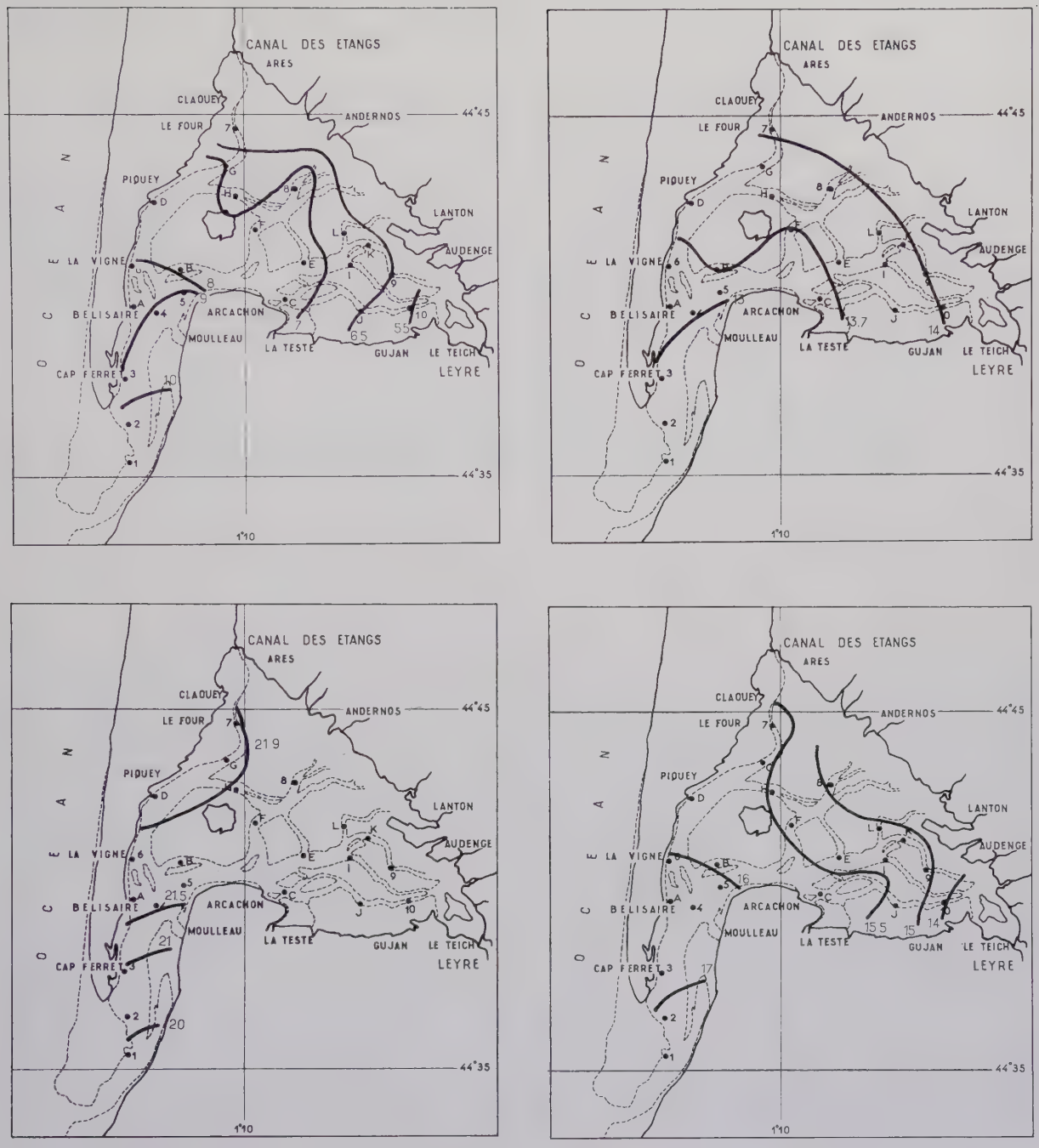


FIG. 17 à 20. — *Isothermes des mois de janvier* (en haut, à gauche), *avril* (en haut, à droite), *août* (en bas, à gauche) *et octobre* (en bas, à droite).

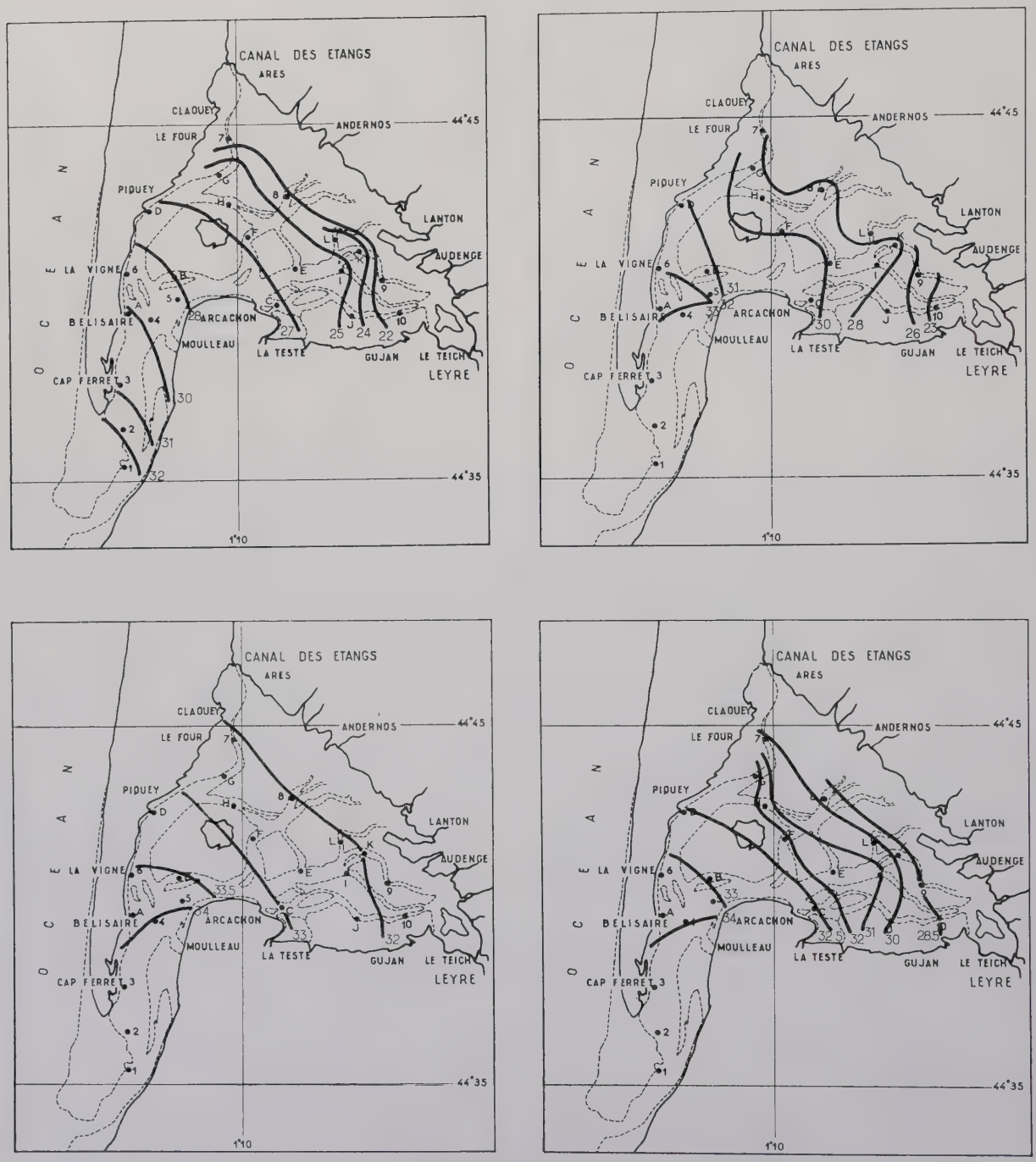


FIG. 21. à 24. — *Isohalines des mois de janvier* (en haut, à gauche), *avril* (en haut, à droite), *août* (en bas, à gauche) *et octobre* (en bas, à droite).

De l'examen de ces figures il ressort que les températures décroissent d'une façon générale de l'ouest à l'est de la baie d'octobre à mars et de l'est à l'ouest d'avril à septembre, tandis que les salinités décroissent en toutes saisons de l'ouest à l'est du bassin et que les conditions les plus homogènes sont réunies en août.

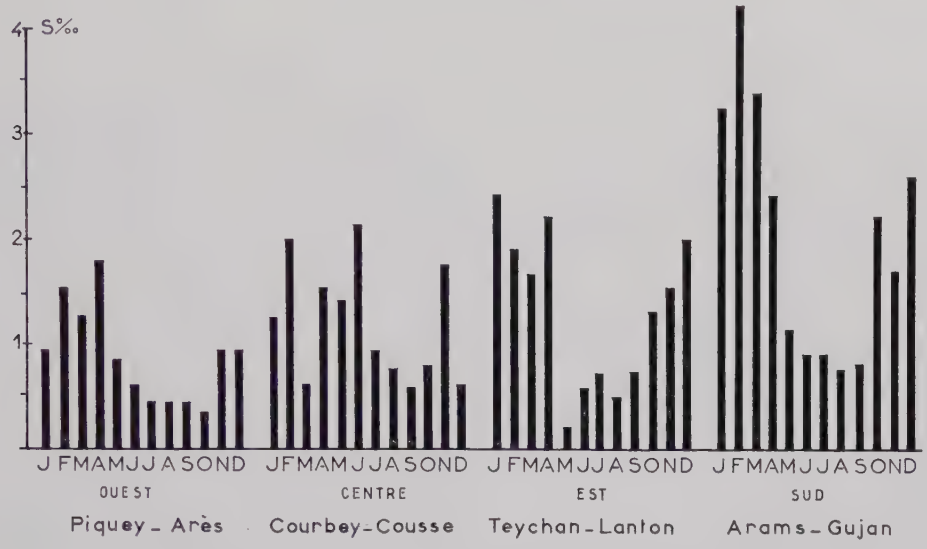


Fig. 25. — *Variations des écarts des salinités mensuelles en plusieurs stations choisies par groupe de deux dans l'ouest, le centre, l'est et le sud du bassin.*

Une mention particulière doit être faite de la température des eaux au cours de l'été et particulièrement en août dans la zone nord-ouest du bassin d'Arcachon englobant le chenal de Piquey au nord de la Villa Algérienne, le chenal de l'Ile dans sa partie ouest et le chenal d'Arès. La température moyenne dépasse 22° dans cette zone alors qu'elle est de l'ordre de 21°6 à 21°7 dans la région du delta de la Leyre. La raison en est que cette région est alors bien abritée des vents qui soufflent du nord-ouest. A cette époque d'ailleurs on est frappé par l'absence de vagues et le calme de l'air qui devient suffocant dès que l'on a franchi la moitié du chenal de l'Ile. On ne retrouve une fraîcheur bienfaisante qu'au sud de la Villa Algérienne.

En octobre les isothermes s'infléchissent en direction du sud-ouest ; or nous avons vu qu'à cette époque les vents dominants soufflent du nord et du nord-est, rafraîchissant les eaux de surface.

Une idée des variations saisonnières de salinité dans le bassin d'Arcachon est donnée par le déplacement de l'isohaline 30 ‰ dont les tracés sont les suivants : en janvier elle laisse à gauche la passerelle de Bélisaire et à droite la bouée 14 ; en avril à droite les stations d'Arès, de l'Ile, de Cousse et du Teychan et à gauche celle d'Arams ; en août l'ensemble des eaux du bassin est plus salé que 30 ‰ ; en octobre l'isohaline 30 ‰ passe approximativement par les chenaux d'Arès, Andernos, Lanton, Audenge et Gujan.

Les écarts de salinités entre deux stations voisines vont en augmentant de la côte nord-ouest à la côte sud ; ils sont inférieurs à 1 ‰ de mai à janvier inclus sur la côte ouest, en mars et décembre, puis de juillet à octobre inclus dans le centre du bassin et de mai à septembre inclus dans la zone sud-est et sud du bassin.

L'influence des eaux douces se fait sentir dès le début de l'automne sur la côte sud où elle s'accentue en hiver ; sur la côte ouest à la fin de l'hiver et au début du printemps ; dans la zone centrale de la baie à la fin du printemps.

Les variations surface - fond (fig. 26 et 27). Pour compléter les données déjà exposées sur les variations des conditions moyennes des eaux de surface, nous avons étudié systématiquement les

écarts des températures et des salinités notées simultanément au fond et en surface aux environs de la pleine mer pendant les années 1959 à 1962 pour les mois d'octobre à avril inclus. Pour les mois de mai à septembre inclus nous ne disposons que de quelques résultats en 1957 et 1958.

A l'occasion de chaque prélèvement nous avons sondé le fond du chenal. C'est ainsi que nous pouvons classer les 16 stations prospectées par ordre décroissant des hauteurs moyennes séparant la surface du fond aux environs de la pleine mer :

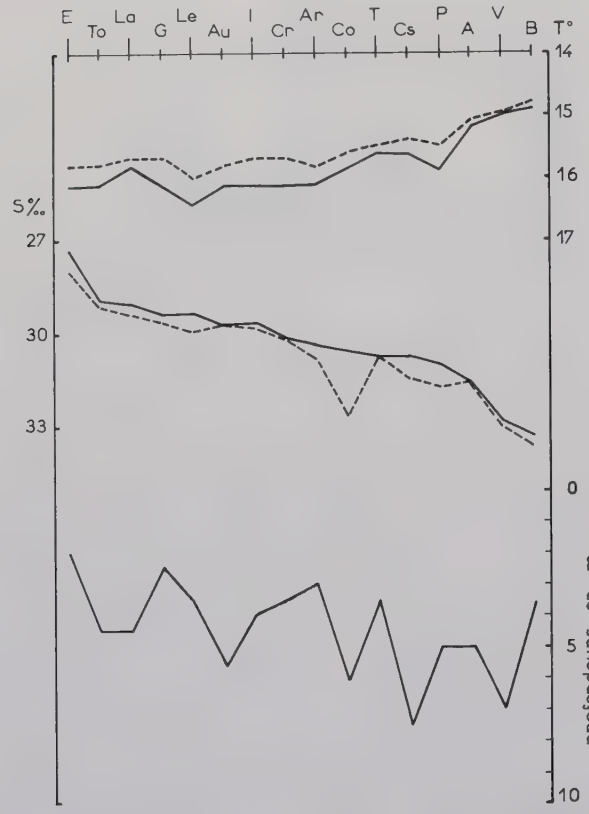


FIG. 26. — *Variations des températures et des salinités au fond et en surface en fonction des stations et des profondeurs le 22 avril* 1961 (étiage). Trait plein : surface; tirets : fond; de haut en bas : températures, salinités, profondeurs.

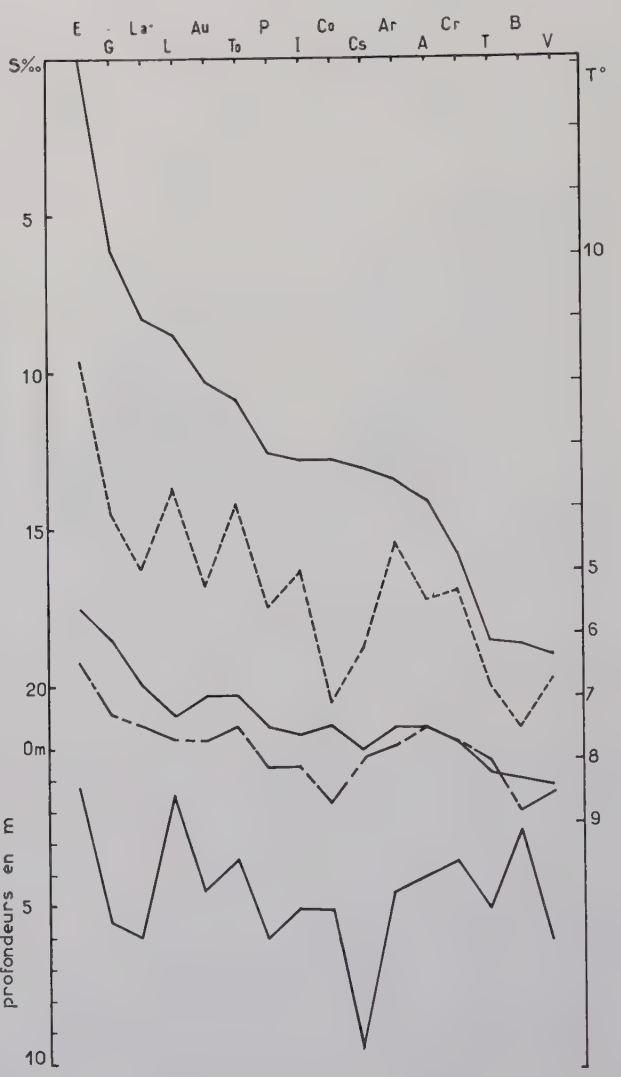


FIG. 27. — *Variations des salinités et des températures au fond et en surface en fonction des stations et des profondeurs le 12 janvier* 1961 (crue). Trait plein : surface; tirets : fond; de haut en bas : salinités, températures, profondeurs.

Cousse	8,70 m	Audenge	5,70 m	Lanton	5,30 m	Comprian	4,00 m
La Vigne	7,60 m	Courbey	5,60 m	Teychan	5,30 m	Lège	3,80 m
Piquey	6,40 m	L'Ile	5,50 m	Gujan	4,20 m	La Touze	3,80 m
Arams	5,70 m	Arès	5,40 m	Bélisaire	4,20 m	Leyre	2,20 m

Régime d'étiage. A cette époque l'équilibre des salinités tend à s'établir du fond à la surface comme de l'aval à l'amont. Les différences sont en général inférieures au gramme par litre. Les sali-

nités sont plus fortes au fond mais le phénomène inverse a été parfois constaté, lorsque l'évaporation provoque une augmentation de la salinité des couches superficielles.

Les écarts des températures sont encore plus faibles mais, à l'inverse des salinités, ces dernières sont souvent plus élevées en surface.

Régime de crue. D'octobre à mars les écarts de salinités deviennent plus importants bien que très variables selon les années. Ils sont rarement supérieurs à 5 ‰ sauf au cours des années très pluvieuses comme 1960 et 1961, en période de crues. C'est en janvier que les différences sont maximales.

Si nous classons les chenaux par ordre de salinités croissantes en surface, la courbe des salinités au fond suit le tracé général précédent de l'est vers l'ouest, mais en dents de scie. Les écarts sont très marqués dans la zone dessalée, faibles mais très variables dans les chenaux de Bélisaire et La Vigne, où prédomine l'influence océanique. Dans la zone intermédiaire et pour des salinités de surface à peu près équivalentes, ils sont généralement d'autant plus grands que le chenal est plus profond ; Cousse et Lanton en sont deux exemples ; Courbey est une exception : bien que moins profond que Piquey et Arams ce chenal, presque fermé à ses deux extrémités par des bancs de sable, montre d'importants écarts de salinités entre le fond et la surface.

Les différences de température entre le fond et la surface sont positives et en général inférieures au degré. Les écarts les plus importants sont notés dans le chenal du Courbey.

Le mois d'avril marque une transition entre le régime de crue et le régime d'étiage : les écarts de salinité entre le fond et la surface s'abaissent ; les écarts de température entre le fond et la surface deviennent négatifs.

En conclusion, l'importance de ces variations est grande ; elle explique l'existence dans la zone est de la baie d'aires limitées où peuvent s'installer et demeurer des populations à caractère océanique. Les gisements d'huîtres plates (*Ostrea edulis* L.) du Betet (chenal de Gujan), de l'embouchure du chenal de Comprian, en sont des exemples typiques. Ils sont installés dans ou à l'accore de cuvettes constituant des réserves d'eau salée.

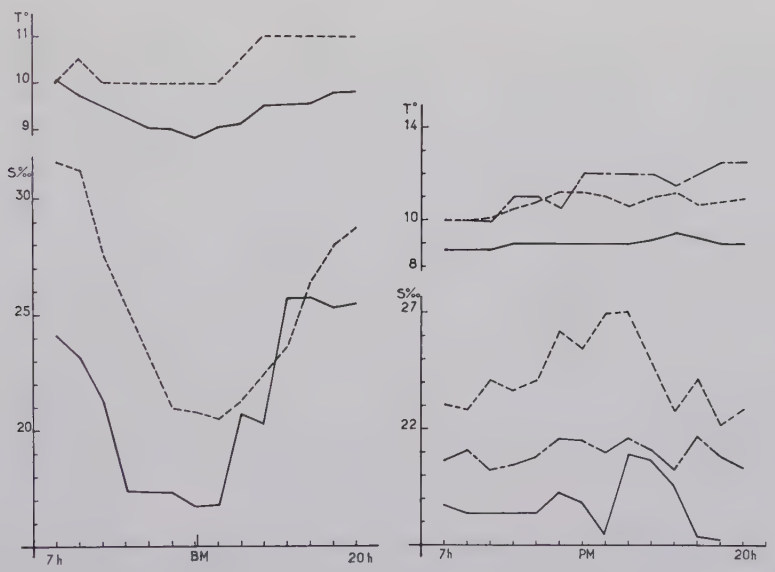


FIG. 28. — *Variations de la salinité et de la température pendant un cycle de marée dans le bassin d'Arcachon* (régime de crue). A gauche, en vives-eaux (17 février 1961, coef. 112); à droite, en mortes-eaux (24 février 1961, coef. 36). Trait plein : st. de Piquey; tirets : st. d'Eyrac; traits et tirets : st. d'Andernos.

Les variations pendant un cycle de marée (fig. 28 et 29). Après avoir montré l'équilibre des eaux dans la baie aux environs de la pleine mer et ses variations saisonnières, nous avons suivi l'évolution des salinités et des températures en plusieurs points pendant un cycle de marée, en été puis en hiver, en vives-eaux et en mortes-eaux.

En périodes de crue, en hiver, en vives-eaux les salinités s'abaissent pendant le jusant : le point le plus bas est atteint dans toutes les stations après une heure de flot. L'amplitude des variations peut être de l'ordre de 10 à 15 g. Pendant les mortes-eaux, elle n'est plus que de 3 à 5 g, mais on assiste à des « sautes » de salinités et les courbes varient selon les stations. En général elles montrent un premier point bas soit à la basse mer, soit dans les premières heures du flot et un second au début et au milieu du jusant ; le sommet est atteint non pas à la pleine mer mais à 2 ou 3 heures de jusant.

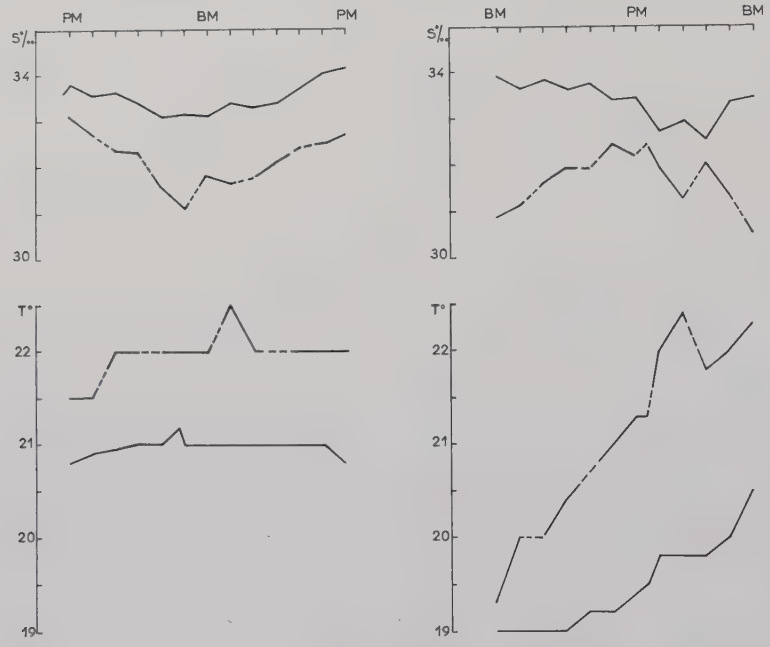


FIG. 29. — *Variations de la salinité et de la température pendant un cycle de marée dans le bassin d'Arcachon* régime d'étiage. A gauche, en mortes-eaux (17 juillet 1956, coef. 45) ; à droite en vives-eaux (10 juillet 1956, coef. 104). Trait plein : chenal de Piquey; traits et tirets : chenal de Gujan.

De ces observations nous retenons surtout qu'une partie des masses d'eaux superficielles est refoulée vers l'intérieur de la baie avant d'avoir atteint l'océan.

Nous avons fait des prélèvements d'eau au-dessus de nos parcelles expérimentales du Tès et du Cap-Ferret et de concessions réparties sur l'ensemble du bassin d'Arcachon avant que ces parcs à huîtres n'émergent, puis au moment où la mer les recouvrait. Les différences de salinité entre le jusant et le flot ont été positives 18 fois sur 23 au Tès, 33 sur 34 au Cap-Ferret, 15 fois sur 22 ailleurs. Elles ont varié de — 0,09 à 2,89 ‰ au Tès, de — 0,43 à + 4,71 ‰ au Cap-Ferret, de — 0,54 à + 8,16 ‰ sur les autres. Ces résultats confirment que les eaux sont en général plus salées avant la basse mer qu'au début de la marée montante. Les différences sont variables ; elles sont plus grandes en périodes de crue.

En période d'étiage les variations sont très faibles et les salinités remontent en général dès le début du flot. Il arrive toutefois, en mortes-eaux, dans certaines stations comme Girouasse et Piquey, que les salinités soient moins élevées aux environs de la pleine mer que de la basse mer.

Ces anomalies semblent indiquer, lorsque les courants de marée sont faibles, l'existence de courants secondaires dus aux différences de densités entre des masses d'eaux douces non évacuées au jusant et des réserves d'eaux plus salées dans les zones profondes des chenaux : fonds de plus de 10 m à Girouasse et en face de Piquey.

Quant aux températures elles varient sensiblement dans le même sens que les salinités en hiver, qu'il s'agisse de mortes ou de vives-eaux. En été elles sont, nous l'avons déjà montré, plus froides dans les stations les plus océaniques et dans une station donnée la courbe des températures est

inverse de celle des salinités en vives-eaux, mais en mortes-eaux elle est influencée davantage par la température de l'air que par l'heure de la marée.

Une autre conséquence des variations pendant le cycle de la marée est la suivante : les hauts de crassats qui émergent aux environs de la mi-marée, sont imbibés d'une eau plus salée que celle qui coule à basse mer dans les chenaux voisins. La résurgence de cette eau forme des ruisselets qui se réunissent en esteys ou rouys, dans lesquels les conditions sont plus océaniques que dans les chenaux voisins. Dans le tableau 4 nous en donnons quelques exemples.

Dates	Lieu	Eau du crassat	Eau du chenal	Différence
16.2.56	La Hume	28,86	22,57	+ 6,29
17.1.57	Le Verdura	30,23	23,96	+ 6,27
28.1.59	Le Verdura	22,32	21,42	+ 0,90
29.1.59	Payotte	21,06	18,17	+ 2,89
10.3.59	Audenge	27,47	20,46	+ 7,01
28.4.59	Audenge	27	18,42	+ 8,58
1.2.60	La Vigne	27,70	24,85	+ 2,85
21.12.60	La Vigne	25,82	22,41	+ 3,41
2.5.61	Audenge	23,26	16,35	+ 6,91
19.2.62	Teich	14,24	3,30	+10,94
20.2.62	Arès	25,10	18,78	+ 6,32
15.11.62	Audenge	30,72	26,74	+ 3,98
10.5.63	Audenge	24,49	17,27	+ 7,22
21.10.63	Villa Algérienne	33,30	31,73	+ 1,57

TABL. 4. — *Différence des salinités à marée basse entre l'eau d'un chenal et celle de la plage ou du « crassat » voisin découvert à mi-marée* (flaques ou ruisselets).

DAVANT et SALVAT ont étudié les résurgences de la nappe d'imbibition de la marée sur les plages d'Arguin, la Vigne et le Camp. A cette occasion ils ont montré que sur la plage du Camp, il apparaît, au-dessous du ruissellement de l'eau infiltrée à marée haute, la résurgence d'une eau provenant d'une nappe d'eau douce continentale. Elle apparaît à la cote + 1,10 environ. La salinité du mélange de ces eaux de résurgence croît vers le bas de la plage par suite de l'évaporation intense et du lavage du sable. Ils ajoutent : « Aucune nappe d'eau douce continentale n'a pu être mise en évidence sur la plage de la Vigne. Si une telle nappe existe, elle doit sans doute sourdre au-dessous du niveau des BMVE à travers la pente du bord du chenal très proche à cet endroit. »

Nous pensons que cette nappe existe car nous avons noté les salinités suivantes sur la plage de la Vigne, face au gisement naturel d'huîtres, c'est-à-dire au nord du profil étudié par DAVANT et SALVAT. Le 26 février 1959 :

dans le chenal avant basse mer 29,60 ‰, après basse mer 29,51 ;

sur la plage un ruissellement face au milieu du gisement (eau d'imbibition de la marée), 31,47;

sur la plage un ruissellement face à la partie nord du gisement, 15,03;

sur la plage un ruissellement face à la partie sud du gisement (résurgence), 20,28.

D'autre part sur la plage de la Villa Algérienne nous avons noté à basse mer les salinités suivantes le 11 février 1959 :

ruissellement au niveau approximatif des basses mer de mortes-eaux (+ 1,33), 27,47;

niveau approximatif des basses mers moyenne de mortes-eaux (+0,90), 23,33 ;

dans le chenal au premier flot elle était de 27,90.

Enfin sur un parc à Claouey nous avions constaté en février 1958 l'existence de résurgences à marée basse. L'ostréiculteur, M. FOURTHON, nous avait confirmé la permanence de ces « sources ». Nous avons noté le 7 février les salinités suivantes :

dans le chenal avant basse mer en surface, 2557, avant basse mer au fond, 25,84, à basse mer, 25,21 ;

dans un ruissellement venant du littoral, 21,11, eau de deux résurgences près du parc, 0 ‰.

Il est donc bien confirmé qu'une nappe d'eau douce continentale sourd à basse mer sur les plages ou sur les parcs à huîtres de la côte ouest du bassin d'Arcachon entre le Cap-Ferret et Claouey. L'existence de cette nappe a sans doute favorisé la formation du gisement naturel d'huîtres portugaises de La Vigne.

L'évolution des conditions de milieu depuis 1924. Quelques faits remarquables. Dans les tableaux 5 et 6 nous avons noté les variations mensuelles pour une dizaine d'années des salinités de surface (de 1954 à 1964) et des températures moyennes de l'eau de mer à la jetée d'Eyrac (de 1955 à 1964).

Années	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1954	31,4	28,7	24,8	29	30,4	31,7	33	32,3	31.4	32	29,5	29,5
1955	15,4	20,2	28,3	30,1	31,9	32,4	32,7	33,4	33,6	33,2	32,4	32,4
1956	28,6	28,4	39,7	30,1	32,4	32,1	32,8	33,2	32,7	33,1	31,3	31,3
1957	31,8	28,4	30,2	31,7	31,4	31,7	32,4	33,3	33,6	33,9	33,8	33,9
1958	30,9	27,8	25	26,6	28,5	30,2	30,7	32,1	32,4	32,2	31	29,6
1959	25,4	25,4	30,3	30,8	28,9	30,3	31,6	32,8	33,4	32,9	32	25,8
1960	25	25	25,9	29,3	28,1	30,3	31,7	31,9	31,7	28,6	21,8	21,9
1961	13	23,5	29,1	30,5	29,9	31,2	32,3	33	32,9	31,7	30	29
1962	27	27,7	30,1	27,3	28	31,5	32,8	33,4	33,9	33,1	32,2	30,4
1963	29,8	29,3	27,6	29,3	30,1	30,7	30,5	31	31,2	31,3	31,4	28,3
1964	31,5	31	30,4	29,9	31,1	31,5	32,3	34,2	34	32,6	32,4	31

TABL. 5. — *Variation mensuelle des salinités de surface à la jetée d'Eyrac de* 1954 *à* 1964.

Années	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1955	9°20	8°95	8°80	12°90	16°30	19°60	22°45	22°85	20°90	15°	9°85	8°85
1956	7°35	2°30	8°75	12°	15°55	17°10	20°40	19°85	18°85	16°	9°40	8°50
1957	6°56	8°67	11°90	12°87	15°53	19°25	21°68	20°82	19°11	14°08	11°05	7°79
1958	6°54	9°35	9°22	11°40	16°60	18°46	20°31	20°96	21°05	15°91	11°12	8°60
1959	7°90	8°24	11°91	13°66	16°17	19°77	21°77	20°83	20°30	16°08	10°97	9°66
1960	7°84	8°01	12°08	13°50	16°97	21°32	21°41	21°06	18°65	14°85	12°13	8°62
1961	7°87	9°68	11°88	14°40	16°65	19°68	21°03	20°75	20°63	17°24	11°57	9°63
1962	8°58	7°87	7°60	11°70	15°03	18°97	21°12	22°73	20°51	17°09	11°25	6°91
1963	4°77	5°22	10°03	13°34	16°13	19°85	21°95	21°44	19°52	14°90	11°55	5°92
1964	3°91	6°62	9°68	13°52	18°76	21°16	23°21	22°48	21°21	15°41	11°73	8°74

TABL. 6. — *Variation des températures moyennes mensuelles de l'eau à la jetée d'Eyrac de* 1955 *à* 1964.

Bien que l'hydrologie du bassin n'ait pas été faite de façon aussi systématique au cours des années précédentes, nous disposons toutefois de renseignements sur l'évolution du milieu depuis une quarantaine d'années.

Notre étude serait incomplète si nous ne faisions pas en outre état des conditions en bordure même du littoral. En effet, en décembre-janvier d'importantes quantités d'huîtres sont stockées dans des bassins submersibles sur les plages ou insubmersibles sur les terre-pleins ostréicoles. Or les eaux douces qui s'étalent sur le littoral au jusant sont à nouveau repoussées sur les rivages au premier flot. De fortes mortalités d'huîtres (plates en particulier) peuvent alors être supportées par les expéditeurs et le commerce est compromis car les sujets qui résistent au « doussain » sont fades et peu appréciés du consommateur.

Nous avons mis en évidence la succession, depuis 1922, d'une période humide et d'une période de relative sécheresse coupée de séries pluvieuses de courte durée. L'évolution des salinités a suivi le même rythme. Les prélèvements d'eaux opérés dans les établissements et les chenaux du bassin d'Arcachon en vue du contrôle de la salubrité donnent lieu au dosage du chlorure de sodium. Nous avons relevé de très nombreux résultats correspondant à la période 1924-1950. En ce qui concerne le

cas particulier du canal ostréicole de La Teste nous avons noté qu'à de rares exceptions près les salinités moyennes annuelles ont été inférieures à 25 g de NaCl/l de 1924 à 1937 et supérieures ensuite.

Depuis, les principales périodes de baisse générale de la salinité des eaux ont été les suivantes :

décembre 1950 à février 1951, dans les établissements d'expédition de la zone sud-est de la baie (Arcachon, La Teste, Neyran, Gujan) ; les moyennes des salinités étaient, en g NaCl/l, 26,4 en décembre 1950, 17,9 en janvier 1951 et 14,2 en février 1951 ;

décembre 1952, les eaux étaient rouges d'alios jusque dans les chenaux ouest et les salinités étaient de l'ordre de 10,75 ‰ dans le chenal de Gujan, 19,90 dans celui de Piquey et 28,70 dans celui de Bélisaire ;

ensuite, des baisses générales de la salinité étaient observées en janvier-février 1955, mars-mai 1958, décembre 1958, de décembre 1959 à mai 1960 ;

octobre 1960 à février 1961 : à Gujan l'alimentation d'un grand réservoir ostréicole dut être momentanément suspendue, la salinité étant tombée aux environs de 3 ‰ ; grâce à divers procédés d'aération une nappe salée souterraine put être utilisée pour alimenter de petits « dégorgeoirs » ; nous avions noté le 13 janvier les salinités suivantes dans les bassins d'expédition :

à Cassy	7,54 ‰	Claouey	10,03 ‰	Piraillan	7,93 ‰
Andernos	8,10	Le Four	7,92	Le Canon	15,79
Arès	8,37	Piquey	10,03	Le Cap-Ferret	15,70

Plusieurs raisons sont à l'origine de ces variations brutales de la salinité, plus rapides qu'autrefois :

les grands incendies qui ont ravagé les forêts en 1949 et au cours des années précédentes ;

l'assainissement des Landes girondines (curage et élargissement du canal des étangs, création de nouvelles voies d'écoulement à grand débit et évacuation immédiate le long des routes, pare-feux...).

Les zones littorales les plus touchées par ces différences sont les régions voisines des embouchures dans le bassin d'Arcachon du canal des étangs au nord et de la Leyre au sud-est. Le débit de cette dernière rivière varie de 7 m^3/s en été à plus de 50 m^3/s en période de crue. Il arrive d'autre part que son niveau monte subitement de 1 à 2 m en 24 heures. Ces brusques montées des eaux ont été constatées depuis les drainages effectués en amont dans la région de Captieux.

Les années à fortes salinités ont été 1957 et 1964 ; au cours de cette dernière année les moyennes mensuelles d'août et septembre ont dépassé 34 ‰.

Depuis 1955 les périodes les plus froides ont été février 1956, janvier-février 1963, décembre 1963-janvier 1964.

Nous étudierons en détail les conditions très particulières des hivers 1955-56 et 1962-63 et leurs conséquences pour la survie du naissain fixé sur son support dans le chapitre II de la seconde partie de ce travail.

Notons dès maintenant la rigueur du mois de février 1956 qui se manifesta spectaculairement tant sur le bassin d'Arcachon lui-même que dans les établissements d'expédition, sur ses rives : des blocs de glace étaient charriés par le courant de jusant et se déposaient à l'étale sur les parcs et les collecteurs (fig. 30 et 31). Ils étaient soulevés par le courant de flot et emportaient parfois des huîtres. Fort heureusement la salinité demeura relativement élevée dans l'ensemble des chenaux : le 15 février à basse mer elle variait de 24,9 à 28,6 ‰.

Dans un bassin d'expédition, du 15 au 25 février, elle fut de l'ordre de 23 à 24 ‰. Le 15 février la température de l'air devant le magasin passait par les extrêmes suivants : à 8 heures — 17°, à 10 heures — 14°, à 12 heures — 12°. Une épaisseur de glace de 5 cm recouvrait le plan d'eau. Elle atteignait 7 cm le 22 février. L'eau de mer conservait une température variant de 1° à l'écluse d'alimentation à 2° au fond du réservoir. Le 26 février l'eau d'alimentation accusait une température de + 4°. Elle ne put soulever la glace, dont une nouvelle couche se superposa à la première.

Après le dégel l'eau de surface fut évacuée et remplacée par de l'eau puisée au fond du chenal d'alimentation par pompage à haute mer.

Les dosages des prélèvements effectués le 2 mars dans le réservoir donnaient en effet les résultats suivants : surface : 7 ‰, fond (à 1 m) : 22 ‰.

Remarquons enfin que les températures moyennes annuelles sont légèrement plus élevées lors des années à forte pluviosité et faible salinité. C'est ainsi qu'elles ont été en général plus fortes pendant la période antérieure à 1937 qu'au cours de la dernière décennie.

FIG. 30 et 31. — *Etat des parcs à huîtres au mois de février* 1956.

***d)* Oxygène dissous.** Plusieurs séries de mesures ont été effectuées durant la marée à la station d'Eyrac les 22 et 28 mars 1963, en divers chenaux du bassin d'Arcachon au voisinage de la pleine mer et à proximité des parcs à huîtres aux environs de la basse mer.

Nous avons utilisé le principe de la méthode de Winkler reprise par NICLOUX (1930). Toutefois, au lieu d'utiliser les tubes de Nicloux, nous avons adopté des flacons de volume connu V voisin de 260 à 300 cm^3 contenant de petites billes de verre de volume connu v destinées à favoriser le mélange du sel de manganèse et de la solution de potasse iodurée avec l'eau à analyser : ce procédé

permet de fixer l'oxygène dissous sur les lieux mêmes du prélèvement. A partir du moment où la totalité de l'oxygène dissous a été absorbée par l'hydroxyde, on peut attendre pour passer en milieu acide et titrer l'iode libéré au laboratoire.

Afin d'éliminer la température et la salinité comme facteurs de variations, la teneur en oxygène dissous a été exprimée en pourcentage de la saturation grâce aux tables de Fox (1907) qui donnent le nombre de millilitres d'oxygène dissous à saturation dans un litre d'eau de mer pour toutes les valeurs de températures et de salinités.

L'examen des tableaux 7 et 8 qui traduisent les variations des taux de saturation d'oxygène dissous montrent que ce taux est plus important en vives-eaux qu'en mortes-eaux et qu'il est plus important dans les stations les plus proches de l'océan, dans les zones où les eaux sont moins turbides et plus agitées.

Heures	28 mars 1963 Coef. 112/107		22 mars 1963 Coef. 54/62	
	Oxygène %	Mat. organ. O_2 mg/l	Oxygène %	Mat. organ. O_2 mg/l
Pleine mer	79,3	1,81		
2 h jusant	83,3	1,81		
4 h jusant	83,3	1,95		
Basse mer	76,3	2,41	61,2	2,04
2 h flot	73,6	2,56	59,2	2,36
4 h flot	75,3	2,56	61,5	2,05
Pleine mer	68,7	1,66	55,6	2,83

TABL. 7. — *Variations du pourcentage de saturation de l'oxygène dissous au cours de la marée à Eyrac et variations simultanées du taux des matières organiques dissoutes.*

Dates	Bélisaire (près des passes)		Gujan (est du bassin)	
	Oxygène %	Mat. organ. O_2 mg/l	Oxygène %	Mat. organ. O_2 mg/l
15.XI.1960	92,9	3,12	86,9	5,30
15.XII.1960	87,5	2,74	79,8	5,97
12.I.1961	94	3,34	86,3	10,02
20.IV.1961	104,5	1,99	72,6	2,61

TABL. 8. — *Pourcentage de saturation de l'oxygène dissous et taux de matières organiques dissoutes, aux environs de la pleine mer, sur deux stations différemment éloignées des passes d'entrée du bassin.*

D'une façon générale, la teneur en oxygène dissous dans les chenaux est supérieure à 70 % de la saturation en vives-eaux et à 50 % de la saturation en mortes-eaux aux environs de la pleine mer.

Les dosages effectués aux environs de la basse mer à proximité des parcs à huîtres montrent des cas de sursaturation lorsque les vents ont multiplié les plans de contact entre l'air et l'eau : 103 % le 28 avril 1959 à Lanton, 106 % le 25 août 1960 aux Hosses, 105 % le 9 septembre 1960 à Piquey par fort vent de NO dans ces deux derniers cas ; il en est de même au-dessus des herbiers de zostères : 119 % le 23 septembre 1960, 100 % le 17 janvier 1961 et 107 % le 1er mai 1961 à Arès-Pitchounéou, 109 % le 16 mars 1961 à Payotte.

Au contraire on rencontre de faibles teneurs dans les périodes calmes lorsque les courants sont faibles : 39 % par vent SE et temps orageux le 13 mai 1960 à la Villa Algérienne, 26 % par temps orageux et eaux très turbides le 21 août 1960 à Piquey.

Les conséquences peuvent en être importantes : en août 1960 une forte mortalité de naissains d'huîtres plates sur les collecteurs de la côte ouest.

III. — Les sources de nourriture.

Le problème de la nutrition de l'huître est encore imparfaitement connu. Les études récentes ont montré le rôle joué par les films muqueux qui recouvrent les branchies et les palpes labiaux. Les cils vibratiles créent les courants d'eau qui transportent le mucus vers l'orifice buccal. Il en résulte que des bactéries, des détritus organiques, des flagellés d'environ 3 à 4 microns sont retenus par le mucus alors qu'ils passeraient à travers les ostia larges de 40 à 60 microns.

C'est pourquoi il semble indispensable d'étudier parmi les sources de nourriture le phyto- et le zooplancton, mais aussi le nannoplancton qui traverse les plus fins filets de soie et les matières organiques dissoutes.

Le plancton.

Après les travaux de P. Bergon (1902), H. et N. Peragallo (1908), J. Borde (1936), P. Lubet (1953-1955), S. Leroux (1956), R. Escande-Labrouche a soutenu en 1964 une thèse sur l'étude statistique et systématique du phytoplancton du bassin d'Arcachon. Chacun de ces chercheurs a travaillé sur une période limitée et Mme Escande-Labrouche pensait qu'il serait intéressant de poursuivre cette étude sur plusieurs années.

C'est en ce sens surtout que nous croyons pouvoir apporter une contribution à la connaissance du plancton du bassin d'Arcachon. Il nous paraît indispensable de rappeler d'abord ses caractéristiques principales définies par les auteurs cités et confirmées par nos observations personnelles.

Le zooplancton représente 50 à 90 % de la population pélagique du mois de juin au mois de septembre inclus. Il est alors constitué essentiellement et par ordre de fréquence décroissante par les copépodes et leurs nauplii, les larves de gastéropodes, de lamellibranches et de crustacés décapodes, les appendiculaires, les planaires, les larves de cirripèdes, d'annélides, les œufs et très jeunes alevins de poissons, etc. Il s'appauvrit à partir du mois d'octobre et son taux relatif de fréquence n'est plus que de 10 % environ en hiver pour augmenter à nouveau au printemps avec l'apparition de larves de cirripèdes, de gastéropodes et de moules en mars-avril, l'arrivée parfois massive de coelentérés cténaires et de cladocères en avril-mai.

Les protozoaires sont constamment représentés par les tintinnides, les foraminifères, les radiolaires, mais surtout par les péridiniens. Ces derniers constituent une fraction importante du plancton au printemps et parfois au début de l'été. Les plus courants sont *Peridinium divergens* et *depressum*, certaines espèces de *Ceratium* (*furca, tripos, fusus, candelabrum*) et les noctiluques (*Noctiluca scintillans*).

Quant au phytoplancton à proprement parler, composé pour sa presque totalité de diatomées, il est abondant en automne et au printemps, moyen en été, assez pauvre en hiver. Il est riche en espèces pélagiques (*Chaetoceros, Bacteriastrum*) qui pénètrent surtout au printemps, néritiques qui constituent la flore locale (*Rhizosolenia, Guinardia, Coscinodiscus, Stephanopyxis, Bellarochia, Eucampia, Thalassionema, Biddulphia...*) et certaines espèces comme *Striatella* et les *Melosira* paraissent pulluler dans les zones du bassin d'Arcachon les moins salées, benthiques telles que les *Naviculaceae, Achnantes, Licmophora, Cocconeis, Grammatophora.*

Nos observations personnelles sont de deux ordres, provenant :

d'une étude qualitative menée de façon sporadique depuis 1947 et plus systématique depuis 1958 ; la prise des échantillons se fait comme pour la recherche des larves d'huîtres et chaque espèce déterminée est affectée d'un coefficient, la cotation allant de 1 à 4 ;

d'un essai d'étude statistique portant sur les volumes de sédiments recueillis et s'étendant sur les années 1960 à 1965.

a) **L'étude qualitative** nous permet d'apporter quelques données complémentaires.

1) *Composition du plancton.* Outre les péridiniens, les diatomées et les hétérokontées signalés par Lubet, nous avons trouvé dans le phytoplancton des oscillaires appartenant à l'ordre des schizophycées.

Nous avons observé toutes les diatomées citées par BORDE, LUBET et Mme ESCANDE-LABROUCHE, y compris l'*Asterionella japonica* CLÈVE et MULLER, que ce dernier auteur n'a pas retrouvée.

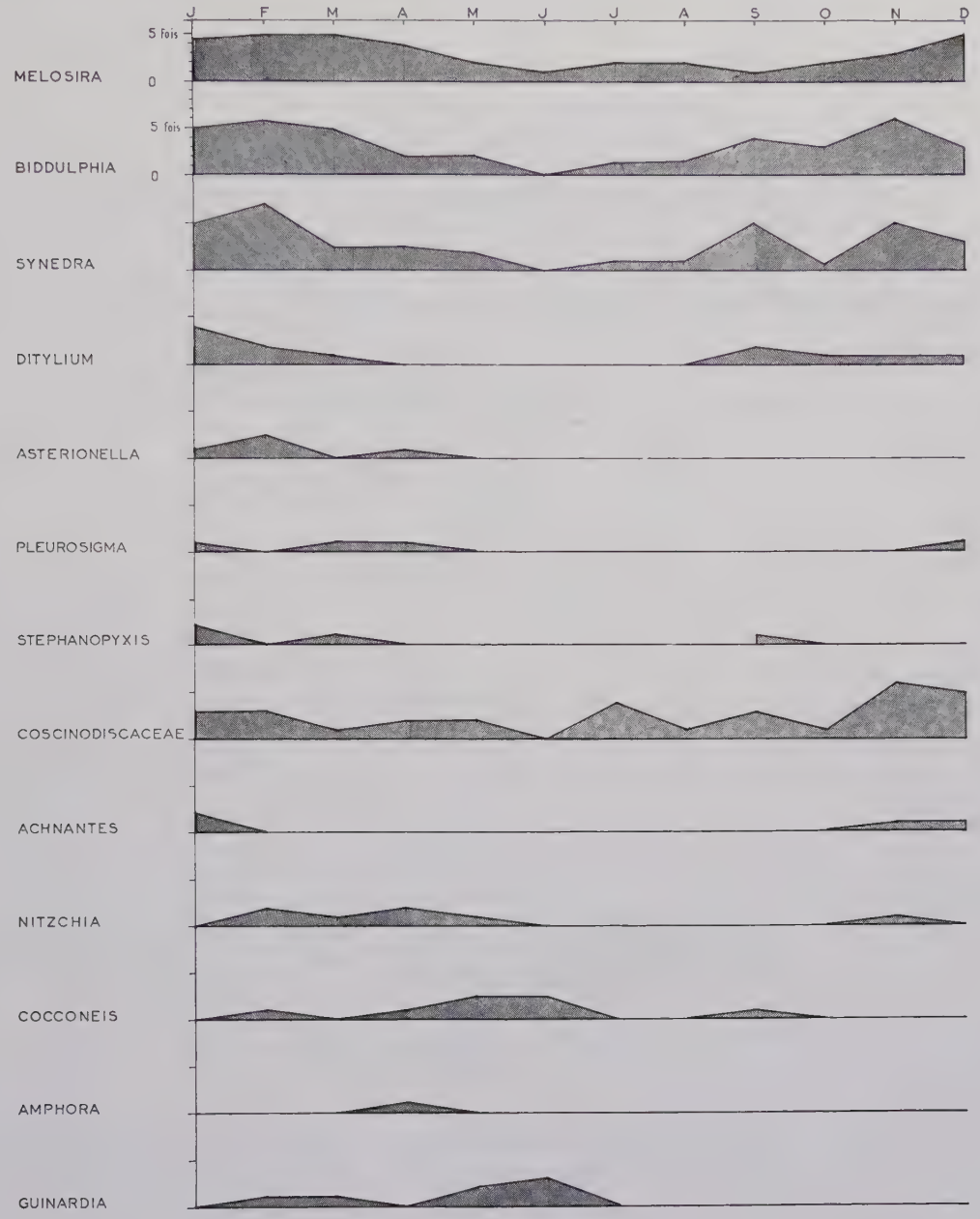


FIG. 32 A. — *Calendrier des apparitions massives de diatomées au cours des années* 1958 *à* 1965. En abcisse les mois, en ordonnée le nombre de fois où l'espèce est apparue en abondance.

Nous avons remarqué une augmentation quantitative et qualitative des tintinnides et des péridiniens au cours des années dernières : prolifération exceptionnelle de petits dinoflagellés indéterminés de fin juin à mi-août 1964. Cette même année TROCHON signalait dans les eaux de l'embouchure de la Charente, à la fin du mois de juillet, un développement intense de *Protoceratium reticulatum* et

Marteil la prolifération sporadique dans les eaux ostréicoles bretonnes de *Gonyaulax polyedra*, associé à de nombreux autres dinoflagellés. En 1963 nous avons observé de très nombreux *Peridinium depressum* pigmentés de granulations rouges et *Dinophysis tripos* pendant la période du 1er au 20 juin, et d'une façon permanente de petits tintinnides.

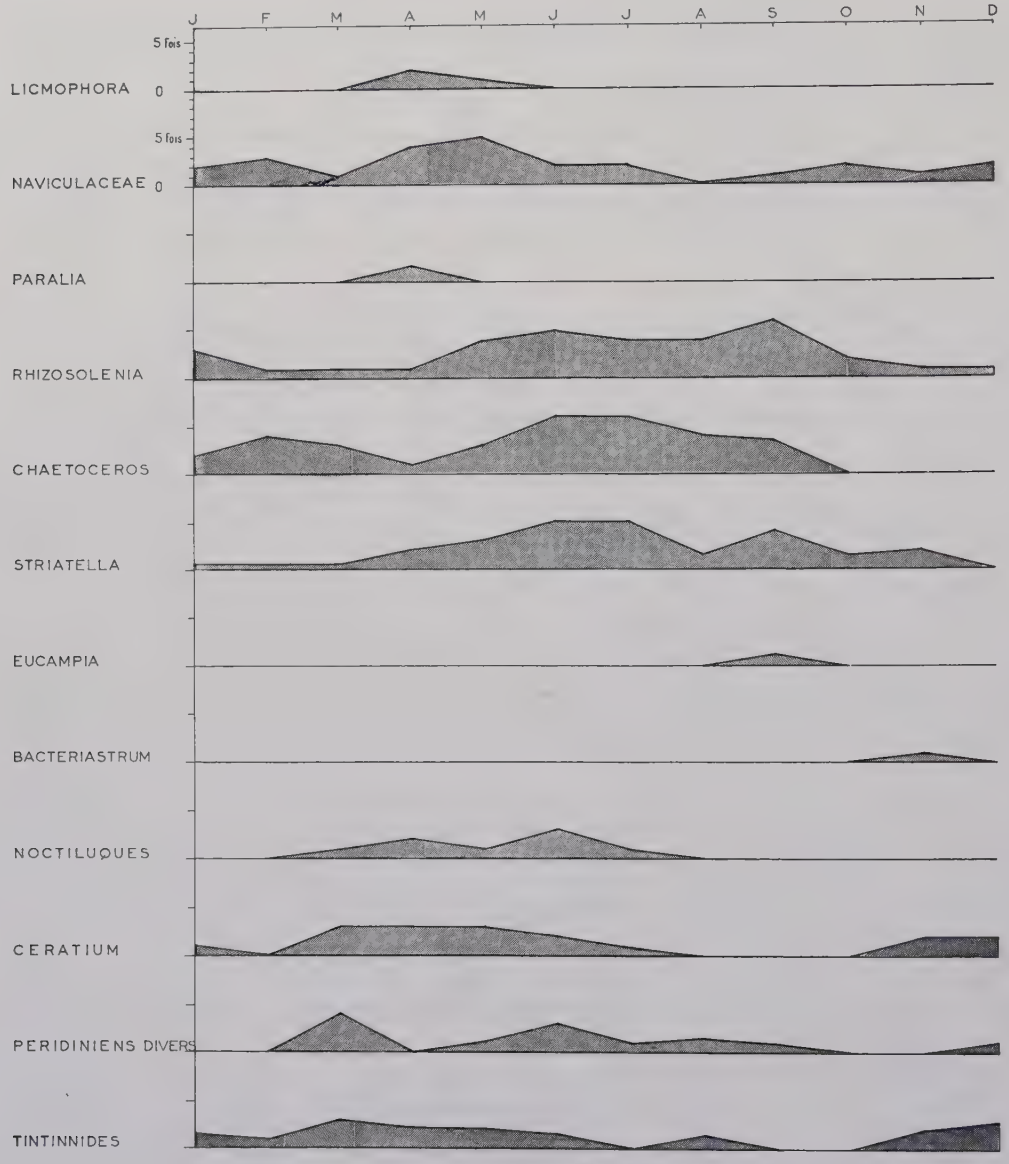


Fig. 32 B. — *Calendrier des apparitions massives de diatomées et de péridiniens au cours des années* 1958 *à* 1965.

Depuis l'invasion de physalies signalée en 1946 par R. Weill la présence de ces animaux n'avait plus été mentionnée. Nous avons noté leur réapparition dans les chenaux du bassin en octobre 1961. Le 17 novembre de cette même année nous avons eu l'occasion d'en voir un essaim abondant dans le golfe de Gascogne à quelque 20 milles de la côte sur le parallèle de Parentis.

Nous avons noté enfin dans le zooplancton l'apparition massive de rotifères dans les trois premiers mois, puis en décembre 1965. Ces vermidiens n'avaient pas été signalés auparavant dans le plancton du bassin d'Arcachon.

2) *Périodes d'apparition massive des principales espèces.* Sur le graphique 32 nous avons figuré le nombre de fois où une espèce donnée est apparue en abondance et parfois en « purée » au cours de huit années (1958 à 1965 inclus). Ces calendriers ont été établis après dépouillement des observations portant sur 4 000 échantillons. Ils confirment en les précisant les rythmes saisonniers décrits par LUBET et LABROUCHE.

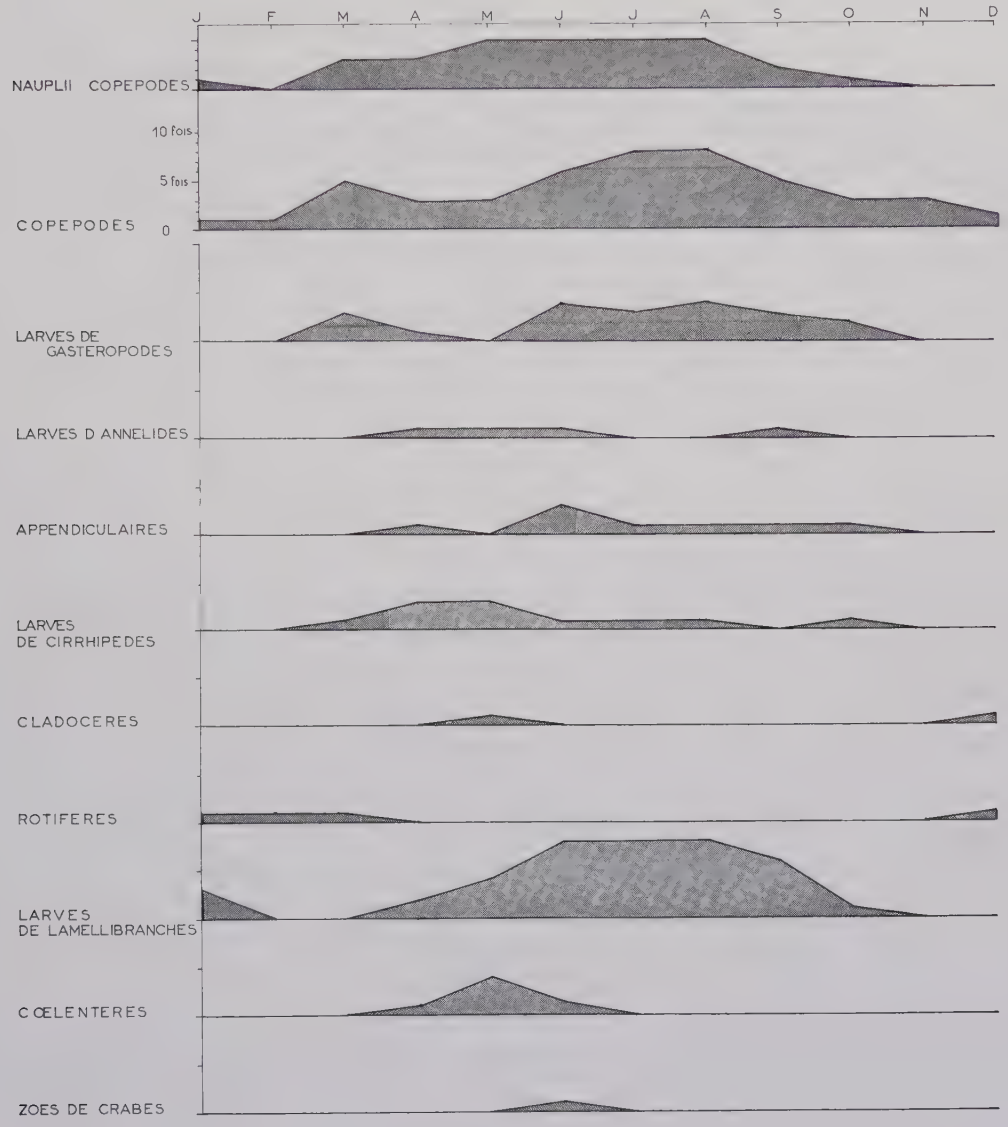


FIG. 32 C. — *Calendrier des apparitions massives de zooplancton au cours des années* 1958 *à* 1965.

Les diatomées présentes en abondance toute l'année (entre parenthèses est indiquée la période de leur maximum) ont été les suivantes :

Melosira (hiver et début printemps), *Biddulphia* et *Synedra* (automne, hiver et début printemps), *Coscinodiscaceae* (automne et hiver), *Naviculaceae* (printemps) *Rhizosolenia, Chaetoceros* et *Striatella* (été).

3) *Influence du lieu des récoltes.* Nous pensons comme Mme ESCANDE-LABROUCHE qu'il n'est pas suffisant de caractériser le phytoplancton du bassin d'Arcachon chaque mois, par une ou deux espèces dominantes. Il est en outre nécessaire de tenir compte des différences qui existent entre la zone voisine de l'embouchure, où dominent les apports océaniques, et celle du fond du bassin où se développe une production locale.

Comparant sur une année les planctons récoltés dans le chenal de Piquey d'une part et de Gujan d'autre part, nous observons que le phytoplancton est en général légèrement plus riche à l'ouest qu'à l'est, grâce surtout aux *Synedra nitzchioides, Biddulphia, Coscinodiscus* et *Rhizosolenia.* Comme R. ESCANDE-LABROUCHE nous constatons un pourcentage et une densité numérique plus forts à l'est des *Melosira* mais aussi d'espèces benthiques comme les *Achnantes, Cocconeis,* petites *Naviculaceae, Nitzchiella lorenziana, Surirella.*

Les noctiluques, *Ceratium,* tintinnides, foraminifères et péridiniens divers dominent nettement dans les stations océaniques.

En ce qui concerne enfin le zooplancton nous observons une plus grande abondance de larves de crustacés divers à l'ouest ; par contre dominent dans les stations saumâtres les larves d'annélides et surtout les rotifères qui sont pratiquement absents dans les chenaux plus salés.

***b)* Essai d'étude statistique.** Depuis de nombreuses années les laboratoires ostréicoles de l'Institut des Pêches maritimes utilisent pour la numération des larves d'huîtres des filets à plancton coniques, en gaze de soie dite française, montés sur un cercle rigide de 14 cm de diamètre. La longueur, côté du cône, est de 47 cm. Le nombre de mailles au pouce linéaire de Paris de 27,07 mm est de 130, correspondant à un vide de maille de 131 microns.

Ces filets conviennent parfaitement à la capture des larves de l'huître plate (*Ostrea edulis* L.) ; par contre ils ne retiennent qu'en très faible quantité les jeunes larves de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata* LMK). C'est pourquoi, depuis 1959, nous utilisons simultanément pour les pêches en surface deux filets, le premier étant celui qui vient d'être décrit, le second comptant 200 mailles au pouce linéaire de Paris, ce qui correspond à une ouverture de 72 microns. Ils sont traînés simultanément à 0,20 m environ du plan d'eau pour éviter le colmatage par les débris de zostères qui flottent en surface. Ils sont tirés par une corde de 10 m de long derrière une pinasse marchant au ralenti. Les pêches se font au flot dans le sens du courant pendant 10 minutes très exactement. Deux chenaux sont ainsi prospectés une fois par mois d'octobre à avril et 8 fois par mois de mai à septembre inclus.

Mois	Chenaux ouest	Chenaux est	Mois	Chenaux ouest	Chenaux est
Janvier	1,13	1,83	Juillet	2,34	2,16
Février	0,85	1,41	Août	2,33	2,17
Mars	1,36	1,63	Septembre	1,65	1,54
Avril	1,22	1,49	Octobre	0,85	1,41
Mai	1,08	2,04	Novembre	1,52	1,71
Juin	1,51	1,48	Décembre	0,86	1,19

TABL. 9. — *Valeurs moyennes mensuelles et annuelles du rapport des volumes des sédiments récoltés dans les filets n° 130 et n° 200* R = V_1/V_2. Valeurs moyennes du rapport R. chenaux ouest : 1,40. Valeurs moyennes annuelles du rapport R. chenaux est : 162.

Le culot est recueilli dans un pot contenant de 50 à 100 cm³ d'eau de mer, auxquels sont immédiatement ajoutés 2 à 4 cm³ de formol neutre. Au laboratoire les prélèvements sont mis à décanter dans des éprouvettes graduées.

Nous avons remarqué qu'une espèce donnée d'une taille voisine ou légèrement supérieure à 130 microns (jeunes larves d'*Ostrea edulis*) était en moyenne trois fois plus nombreuse dans le sédiment recueilli avec filet n° 130, ce que nous écrivons : $N_1/N_2 = 3$. On peut admettre que ce rapport est proportionnel à celui des débits des filets et écrire : $N_1/N_2 = Q_1/Q_2 \times P$, P étant un coefficient de probabilité qui varie avec la taille et doit être voisin de 1 pour des éléments plus grands ou égaux

à 130 microns. Nous en déduisons que le rapport des débits Q_1/Q_2 est voisin de 3, et nous pouvons écrire N_1/N_2 très voisin de 3P.

Nous avons trouvé N_1/N_2 très voisin de 0,03 pour des larves jeunes de *Crassostrea angulata* mesurant environ 70 microns. Le rapport s'élève au fur et à mesure de la croissance de ces larves.

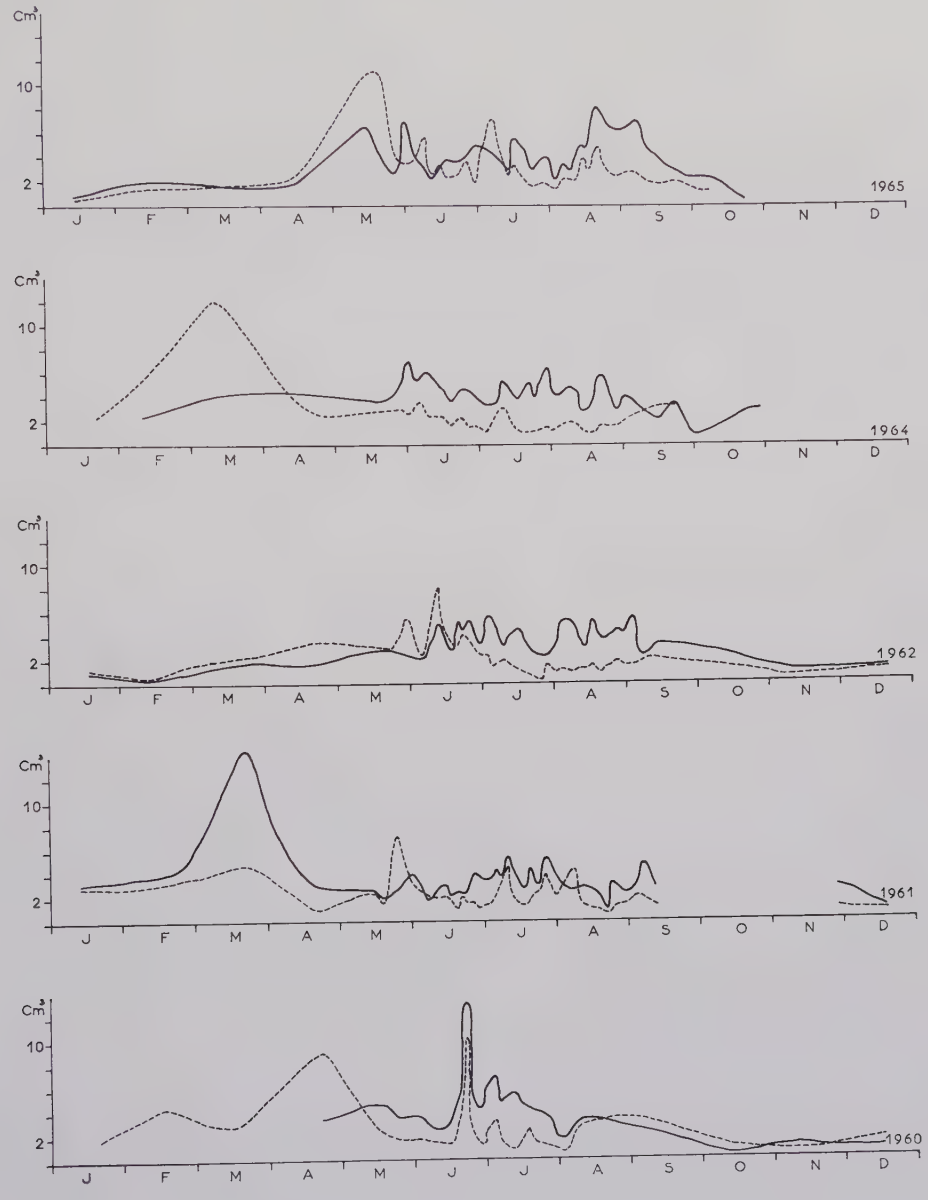


FIG. 33 A. — *Variations des volumes de plancton dans les chenaux à l'ouest du bassin d'Arcachon, de* 1960 à 1965. En trait plein : avec le filet n° 130; en tirets : avec le filet n° 200.

Ces remarques nous ont incité à étudier les variations corrélatives des volumes des sédiments récoltés dans l'un et l'autre filet, soit V_1 dans le filet n° 130 et V_2 dans le filet n° 200.

Le dépouillement de 6 000 pêches au cours des années 1960 à 1965 nous a montré que les variations du rapport $R = V_1/V_2$ sont soumises à de multiples facteurs et en particulier au fait que les

débris macroscopiques divers en suspension dans l'eau (zostères, sable) sont recueillis presque exclusivement dans le filet à larges mailles. Les valeurs moyennes mensuelles de R au cours des années 1960 à 1965 sont données dans le tableau 9. La différence entre les moyennes générales de R, 1,40 à l'ouest et 1,62 à l'est est due précisément à la turbidité plus grande des eaux des stations saumâtres. Des comptages à la cellule nous ont montré qu'à des valeurs de R comprises entre 1,31 et 1,50 correspondaient des densités relativement équilibrées des diatomées et des autres éléments plancto-

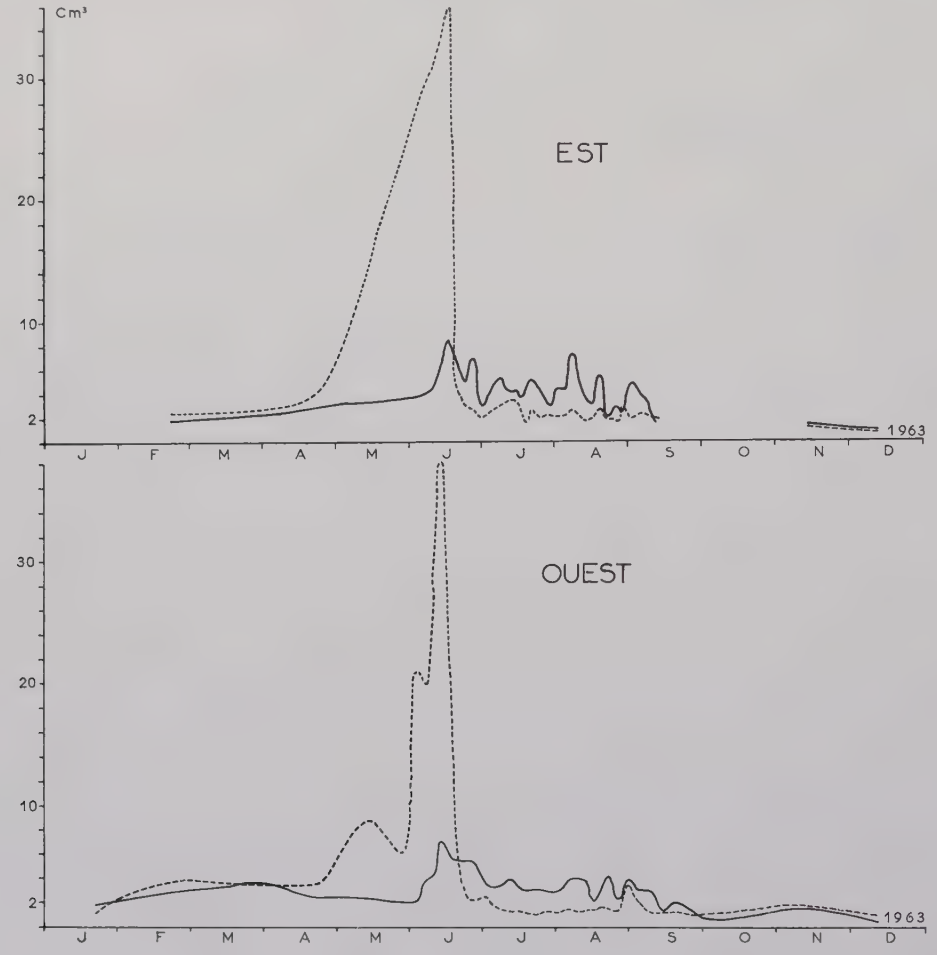


FIG. 33 B. — *Variations des volumes de plancton dans les chenaux à l'est et à l'ouest du bassin en* 1963.

niques dans les stations océaniques. A l'est, ces chiffres doivent être augmentés et portés aux environs de 1,50 à 2. En général, une augmentation de R au-dessus de ces chiffres correspond à l'apparition massive de péridiniens ou d'éléments du zooplancton, une diminution correspond à l'apparition massive de diatomées.

La prédominance du zooplancton est nette à l'ouest, de juin à septembre inclus, puis à nouveau en novembre. Un rythme voisin s'établit à l'est avec un développement plus précoce du zooplancton en mai et des valeurs inférieures de R de juin à septembre, ce qui traduit à cette époque le développement dans les eaux moins salées d'une flore locale alors que la flore proprement pélagique a dominé en hiver et au printemps dans les stations les plus proches de l'océan.

Pour comparer avec plus de précision les années entre elles, nous avons porté sur les graphiques de la figure 33 les valeurs respectives de V_1 et V_2.

Avec Mme Escande-Labrouche nous constatons que, sauf en 1960, l'enrichissement dû aux influences pélagiques ne se fait pas sentir en avril comme l'avait constaté Lubet pour la période 1951 à 1953 mais soit en mars, soit en mai. Par contre je ne pense pas que la périodicité de ces apports soit strictement liée à la température mais plutôt à l'époque où se réalise un équilibre thermique entre

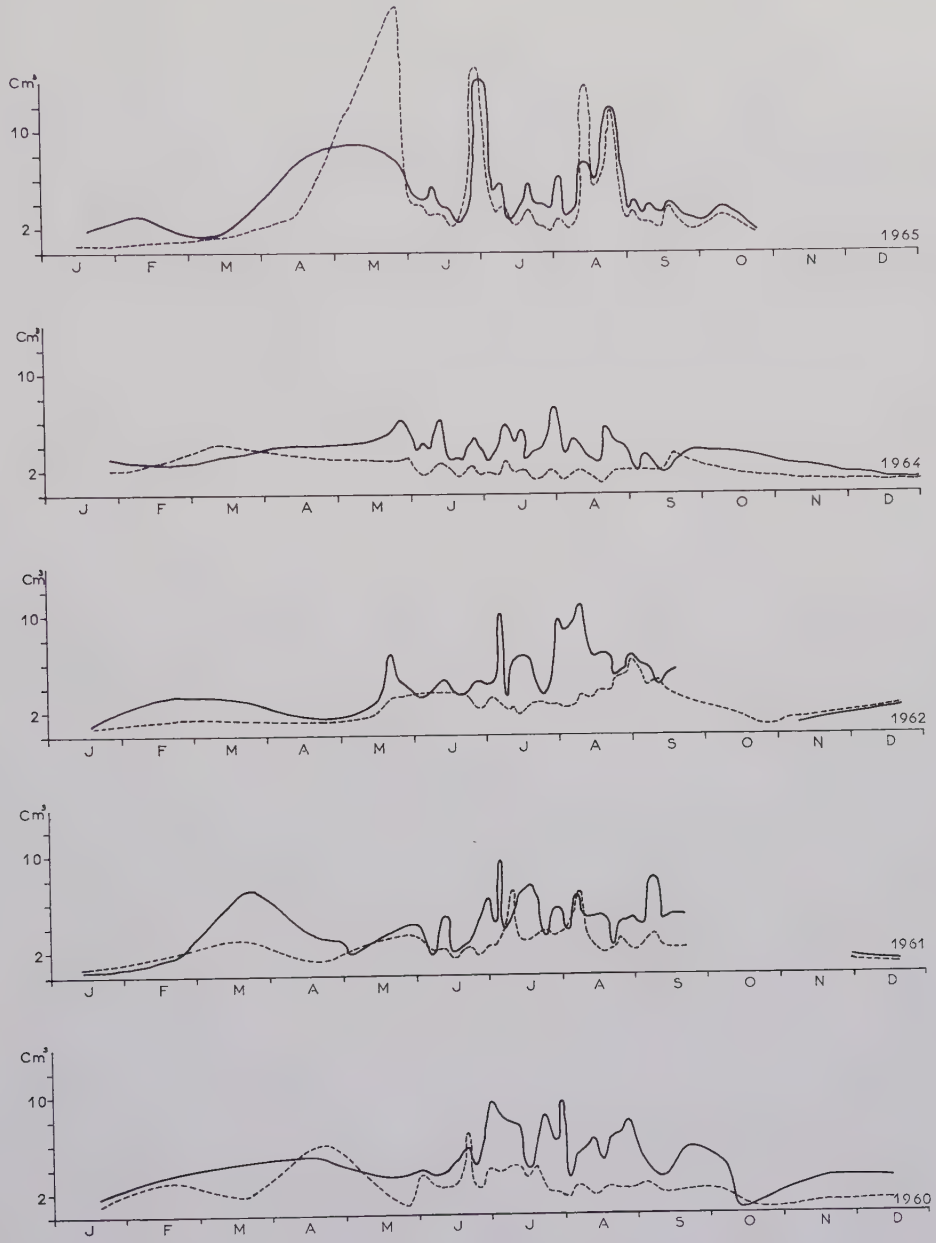


Fig. 33 C. — *Variations des volumes de plancton dans les chenaux à l'est du bassin* (1960 à 1962 et 1964 et 1965).

l'océan et le bassin. D'une façon générale nous avons vu qu'il se réalisait en avril avec une température intérieure des eaux de l'ordre de 13 à 14° pour une salinité de 29 à 30 ‰; mais l'influence de la pluviosité et des vents peut modifier considérablement cet équilibre et ceci d'autant plus que les échanges se font moins bien entre l'intérieur et l'extérieur de la baie.

Nous reportant aux tableaux 5 et 6 qui donnent les moyennes mensuelles des températures de l'eau de mer et des salinités, nous constatons :

après un hiver doux l'équilibre avec les eaux de l'océan se trouve réalisé dès que cesse l'influence des pluies et du ruissellement ; on observe alors une augmentation brutale des salinités et une légère hausse des températures : en avril 1960, entrée massive des *Chaetoceros* et en mars 1961, pullulation des noctiluques ;

après un hiver rigoureux l'équilibre thermique se trouve réalisé précocement si les salinités intérieures sont fortes, tardivement dans le cas contraire ; les années 1964 et 1963 illustrent ce phénomène : 1964 voit une pullulation de *Chaetoceros* en mars tandis qu'en 1963 ce développement de la flore phytoplanctonique ne se manifeste qu'en mai-juin ;

l'équilibre, qui devrait se produire en avril lorsque les températures et salinités intérieures de janvier-février ont été moyennes, est retardé jusqu'en mai ou juin si des conditions exceptionnelles règnent en mars ou en avril.

Il peut s'agir soit d'une baisse de température accompagnant ou non une baisse de salinité : en 1962, il y a eu pullulation de *Chaetoceros* en mai seulement, suivie d'un second maximum en juin, époque de l'entrée massive des *Ceratium*, soit au contraire d'un réchauffement plus rapide de la température des eaux à l'intérieur de la baie sous l'influence du soleil ou des vents, alors qu'à l'extérieur les courants de surface ou les conditions météorologiques générales sont responsables d'une température inférieure à la moyenne. Ce fut le cas en 1965 : la température moyenne de l'eau de mer passa de 9°81 en mars à 13°72 en avril mais les différences entre l'ouest et l'est étaient très fortes. Nous notions par exemple le 12 avril 12°80 à Bélisaire et le 13 avril 15°20 à La Touze. Malgré le réchauffement des eaux à l'intérieur du bassin il y eut diminution brutale de la densité du phytoplancton. Ce n'est qu'à partir du 14 mai qu'il y eut pullulation des *Chaetoceros* avec apparition de noctiluques et de coelentérés cténaires.

L'examen des figures 32 et 33 met d'autre part en lumière la forte explosion de plancton de 1963, ses poussées successives au cours de l'été 1965 particulièrement dans les chenaux est de la baie, sa faible densité de mai à septembre 1964.

1963. Du 14 mai au 18 juin les valeurs du rapport $R = V_1/V_2$ ont été constamment inférieures à 0,33 alors qu'elles sont en moyenne de 1,56 en mai et de 1,50 en juin.

Les volumes de sédiments recueillis au filet n° 200 (V_2) ont dépassé 10 cm^3 pendant toute cette période ; ils ont atteint 64,4 cm^3 le 13 juin, alors qu'au cours des années précédentes ils étaient compris entre 3 et 7 cm^3 seulement.

Les éléments principaux constituant ces purées étaient, en mai et juin, *Chaetoceros* et *Striatella*.

Une forte sédimentation se produisit sur les parcs et la vase superficielle était aussi d'une extrême richesse en diatomées benthiques. Cette explosion fut également constatée en Bretagne dès le mois de février. Marteil (1963), la décrivait ainsi en Morbihan : « On assista à une pullulation extraordinaire de certaines diatomées telles que *Biddulphia aurita* dont on évaluait à 11 millions le nombre d'éléments par coup de filet en rivière d'Auray ; les péridiniens étaient eux-mêmes cent fois plus nombreux en février qu'en décembre... Sur les terrains émergents, le dépôt sédimentaire qui recouvrait les huîtres et le sol (le « mollain » des ostréiculteurs) se transforma en une véritable culture de diatomées qui, en se développant, constitua un film épais et continu, difficilement dissociable. Les huîtres survivantes disposèrent ainsi d'une masse alimentaire énorme lors de la reprise de l'activité physiologique et purent retrouver assez rapidement une condition satisfaisante. » En Hollande, A.C. Drinkwaard (1963) l'a également constaté dans l'Oosterschelde. Il la considère comme un co-phénomène de la mortalité des huîtres causée par l'hiver rigoureux de 1962-63 et qui conduisit à un apport massif de nourriture pour les plantes après le dégel : augmentation du taux des nitrites, nitrates et phosphates, qui normalement tendent à disparaître dès le début de l'apparition printanière du phytoplancton, augmentation de la quantité des matières organiques dissoutes et en suspension. Or, dans toutes les régions ostréicoles françaises l'hiver rigoureux de 1962-63 avait également provoqué, à des degrés divers selon l'espèce, l'âge, le niveau de vie, l'exposition, la mortalité des huîtres mais aussi des autres animaux marins vivant dans les mêmes biotopes : annélides, crustacés, mollusques, etc. Dans le bassin d'Arcachon en ce qui concerne les huîtres, les mortalités avaient surtout affecté les jeunes : naissains encore sur tuiles ou détroqués précocement et les sujets âgés à coquilles crayeuses semés à des cotes supérieures à + 1 mètre.

1965. Après une diminution brutale en avril, nous avons assisté à partir du 14 mai à des poussées successives, mais de courte durée, du plancton dans le courant de l'été. Contrairement aux années passées elles furent particulièrement nettes dans les stations de l'est de la baie où nous avons noté les maximums suivants des volumes de sédiments :

Dates	V_1	V_2	R
25 mai	12,5	33,7	0,37
27 juin	23,2	25,4	0,91
1er juillet	23,2	14,4	1,61
10 août	12,3	23	0,53
23 août	19,6	20	0,98

Les éléments rencontrés en abondance furent : *Chaetoceros* en mai, juin et août, coelentérés en mai et *Guinardia* en mai et juin.

Dans les chenaux ouest les mêmes éléments se retrouvaient en moindre densité mais nous notions en outre en juin des noctiluques, des *Ceratium* et des péridiniens (*Peridinium depressum* pigmentés en rouge, *Dinophysis tripos*).

Cette année 1965 fut donc marquée par un développement inaccoutumé du plancton d'été dans l'est de la baie. Aux apports pélagiques momentanés (*Chaetoceros*) est venu s'ajouter le développement d'une flore localisée dont l'abondance dans cette zone peut s'expliquer par des conditions hydrologiques particulières : en effet durant tout l'été la température de l'eau de mer y fut nettement plus élevée que dans la zone ouest. En juillet et en août les écarts entre les températures moyennes de l'eau et de l'air furent de + 3°42 et + 2°62 contre des écarts moyens de + 1°13 et 1°02 en année normale, correspondant à des durées d'ensoleillement élevées et malgré des vents dominants de nord-ouest. Ces écarts sont responsables d'un déséquilibre thermique important entre l'intérieur et l'extérieur de la baie. Dès la fin du mois d'août le rétablissement de l'équilibre s'est d'ailleurs traduit par un abaissement brutal de la température intérieure de la baie.

Nous observons enfin que ces fortes poussées de phytoplancton ont suivi, comme en 1963, une mortalité des huîtres, qui avaient souffert d'ensablements successifs de janvier à mars, d'un défaut de nutrition en avril, d'asphyxie sous de véritables « matelas » de céramiées et d'entéromorphes au début du mois de mai.

1964. En mars les diatomées constituèrent 90 % du sédiment, puis en avril il y eut un brusque changement des espèces. Le pourcentage du zooplancton augmenta à partir d'avril pour atteindre un maximum du 20 juillet au 20 août. L'été fut aussi caractérisé par une abondance de péridiniens de toutes sortes et la présence de nombreuses diatomées épiphytes sur les copépodes.

Décembre 1963, janvier et février 1964 avaient été froids. Des salinités fortes avaient permis le rétablissement de l'équilibre thermique océan-bassin et un apport pélagique important dès le mois de mars.

La brusque mutation d'avril avait correspondu à un non moins brusque changement du régime des vents qui, après avoir soufflé de l'est durant tout l'hiver, se mirent à souffler de l'ouest. L'été fut caractérisé par une température élevée des eaux du bassin due à la durée de l'ensoleillement, mais aussi par une salinité beaucoup plus élevée que la normale. De nombreuses sautes de vent passant de l'ouest à l'est furent responsables de fortes variations de la température des eaux du bassin : baisses enregistrées du 4 au 10 juillet puis du 4 au 10 août.

Le nannoplancton. Les pigments chlorophylliens.

Pour l'étude du nannoplancton nous avons utilisé un appareil pour la filtration des bactéries sur membranes type coli 5 ; 1 litre d'eau de mer laisse un résidu vert-brun composé essentiellement de diatomées et de petits flagellés mais aussi parfois au printemps de grains de pollen ou bien, en période de crue, de minuscules débris. Après la filtration la membrane est dissoute dans 30 cm^3 d'acétone à 80 %. Au bout de quelques heures nous faisons la comparaison colorimétrique avec le standard dont la composition est donnée par HARVEY (1 litre d'eau distillée légèrement acidifiée par 2 à 3 gouttes d'acide sulfurique, 0,25 g de chromate de potassium, 4,30 g de sulfate de nickel). Cette solution équivaut à 10 unités HARVEY/cm^3.

Nous procédons de la façon suivante : dans un volume d'eau distillée de 25 cm^3 environ, nous laissons tomber goutte à goutte la solution standard avec une pipette au dixième jusqu'à obtention d'une teinte équivalente à celle de la solution d'acétone. Le nombre de dixièmes utilisé donne le nombre d'unités Harvey par litre filtré.

Les résultats obtenus (286 mesures en 1964 et 1965) sont difficiles à interpréter : de janvier à mars le nombre d'unités Harvey a été constamment plus grand en 1965 (13,4 en moyenne) qu'en 1964 (6 en moyenne). Or le phytoplancton recueilli au filet a été plus riche pendant cette période en 1964 qu'en 1965.

Nous avons pensé que l'étude quantitative des teneurs en pigments chlorophylliens devrait être complétée par un examen qualitatif des éléments du nannoplancton recueillis sur la membrane. En février 1965 nous avons fait des examens comparatifs. Pour une teneur en pigments de 12 unités Harvey par litre nous avons noté à Piquey dans une pêche de 15 minutes au filet fin, environ 700 000 éléments (volume du sédiment 2,5 cm^3) dont 90 % de diatomées représentées par les espèces dominantes suivantes : *Biddulphia mobiliensis, Synedra, Ditylium, Coscinodiscus,* et 10 % de zooplancton où dominaient les tintinnides et les *Ceratium*. Sur la membrane filtrante nous avons vu essentiellement une purée de *Skeletonema,* des petites *naviculaceae, Asterionella japonica, Grammatophora,* des petits tintinnides et des petits flagellés indéterminés. A Arams pour 15 unités Harvey par litre, nous avons noté dans le sédiment pêché au filet fin 1 930 000 éléments (volume du sédiment 3 cm^3) presque exclusivement composés de diatomées dont des *naviculaceae* diverses : *Synedra, Melosira, Ditylium* et *Cocconeis.*

Sur la membrane nous avons récolté une purée de *Skeletonema,* des petites *naviculaceae, Asterionella japonica, Cocconeis* et des petits tintinnides

Par contre une brusque augmentation du nombre d'unités Harvey en mai 1965 (maximum de 20) accompagne une véritable explosion de *Chaetoceros.*

D'autre part des chutes de ce nombre en juin 1965 (les moyennes sont passées de 17,3 du 11 au 20 mai à 11,5 du 21 au 31 pour tomber à 7,2 du 1er au 30 juin) correspondent à une mutation des espèces dominantes du plancton : copépodes, noctiluques et péridiniens prennent la place des diatomées qui réapparaissent en début juillet (moyenne U.H. de 11,9 du 1er au 10 juillet) avec *Chaetoceros.*

En conclusion, il semble donc que les variations des teneurs en pigments puissent être l'indice soit d'une modification de la composition du microplancton, soit de la floraison d'un nannoplancton non retenu par le filet de soie.

Nos résultats sont encore trop peu nombreux et la méthode imparfaite. Nous pensons toutefois que des déterminations de chlorophylle dans les eaux et les sols pourraient aider dans l'avenir à une meilleure connaissance de la productivité du bassin d'Arcachon.

Les matières organiques dissoutes.

Nous avons étudié les variations de la teneur des eaux en matières organiques dissoutes :

au cours d'un cycle de marée en plusieurs points fixes en vive-eau et en morte-eau les 17 et 24 février 1961 (fig. 34) ;

au cours d'une année complète, du 5 juin 1957 au 29 avril 1958 à pleine mer et pendant les périodes de mortes-eaux dans les chenaux de Bélisaire et Courbey.

Pour l'ensemble des chenaux, du mois d'octobre au mois d'avril de 1959 à 1964 (tabl. 10), la quantité d'oxygène emprunté au permanganate a été mesurée en milieu acide et en présence de sulfate de manganèse pour remédier à l'action des chlorures (Giral, 1927 ; Boury, 1929). L'analyse était effectuée dans les quelques heures suivant le prélèvement. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène cédés.

L'intérêt de ces mesures ne réside pas dans les chiffres exprimés qui sont arbitraires puisqu'on ne connaît pas la nature même des matières organiques dosées, mais dans les variations observées.

Marteil a montré, en Morbihan, l'absence de relations entre ces variations et les fluctuations de la salinité ou de la température. Il ajoute que l'agitation de l'eau, l'action des vases, l'activité photosynthétique du peuplement végétal, les apports terrigènes sont autant de causes de variations, interférant entre elles.

D'après nos résultats il semble que l'on puisse mettre en évidence l'influence saisonnière prépondérante de l'un ou l'autre de ces facteurs dans le bassin d'Arcachon.

Avant de le préciser nous rappelons que des travaux antérieurs ont fait état de l'importance du drainage des Landes dans la sédimentation organogène, l'extension des crassats sablo-vaseux et l'installation des prairies de zostères. Ces dernières contribuent elles-mêmes à l'accumulation des matières organiques en ralentissant le courant mais aussi parce que les zostères coupées par les aplysies viennent se déposer sur les plages et dans le fond des chenaux où elles se décomposent.

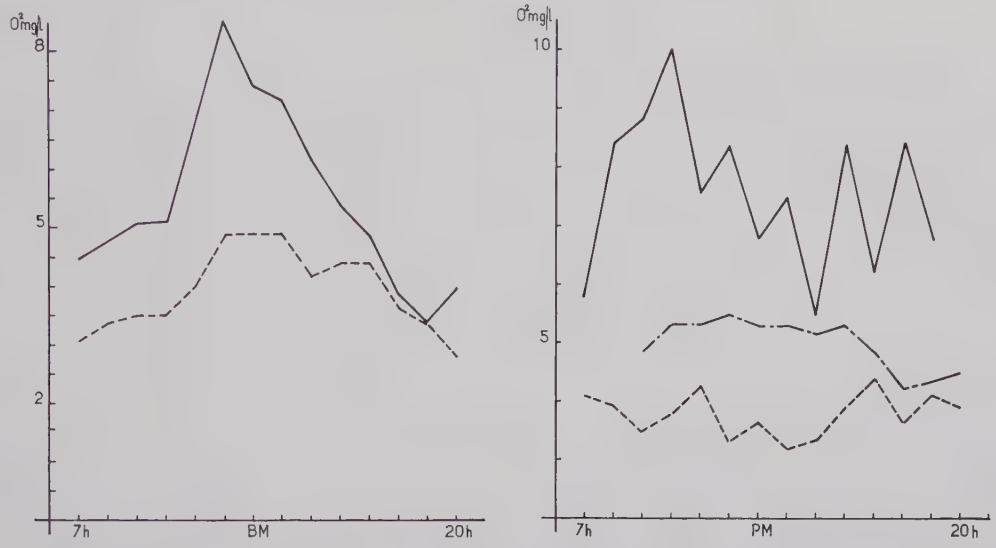


FIG. 34. — *Variations de la teneur des eaux en matières organiques dissoutes exprimées en mg d'oxygène/l emprunté au permanganate en milieu acide pendant un cycle de marée* (régime de crue). A gauche : vives-eaux (17 février 1961, coef. 112); à droite : mortes-eaux (24 février 1961, coef. 36). Trait plein : st. de Piquey ; tirets : st. d'Eyrac ; traits et tirets : st. d'Andernos.

Pendant la période novembre-mars inclus, c'est-à-dire lorsque les ruissellements sont importants, la teneur des eaux en matières organiques dissoutes varie en sens inverse des salinités. L'examen des graphiques au cours d'un cycle de marée en plusieurs stations le montre : la relation est moins nette

Mois	Nombre d'analyses	Mat. org. 0_2 mg/l	Salinités (S ‰)	Températures (°C)
Octobre	71	3,23	30,56	15°86
Novembre	127	2,78	30,14	11°53
Décembre	140	3,65	27,71	8°24
Janvier	134	4,08	25,24	6°19
Février	137	2,89	26,96	7°60
Mars	108	2,95	29,13	10°63
Avril	144	2,63	29,50	13°35

TABL. 10. — *Moyennes mensuelles au cours des années* 1959 *à* 1964 *des taux de matières organiques dissoutes, des salinités et des températures.*

toutefois en mortes-eaux qu'en vives-eaux. La comparaison entre les divers chenaux du bassin d'Arcachon que nous avons faite pour la période 1961-1964 pendant laquelle 16 stations ont été régulièrement suivies en surface, d'octobre à avril, le confirme : le classement des stations par ordre de teneur croissante en matières organiques dissoutes est voisin de celui que nous avons établi précé-

demment par ordre de salinités décroissantes. Nous avons noté en effet les correspondances indiquées au tableau 11.

Le chenal de l'Ile fait exception à la règle : malgré une salinité moyenne de 25,6 ‰ en surface, il se classe parmi les chenaux à forte teneur en matières organiques dissoutes (3,17). Nous remarquons qu'il est perpendiculaire au sens du courant et, de ce fait, favorable à la sédimentation. Dans le

Chenaux ou stations	Salinités (en g/l)	Matières organiques (en mg 0_2/l)
Bélisaire, La Vigne	supérieures à 31	inférieures à 2,50
Teychan, Courbey, Arams, Cousse, Piquey, Arès	entre 27 et 29	inférieures à 2,90
Audenge, Comprian	entre 25 et 26	inférieures à 3
Lanton, Gujan, Lège, La Touze, Leyre	entre 21 et 25	entre 3 et 4

TABL. 11. — *Relation entre la teneur en matières organiques et la salinité.*

Mois	La Teste 1925 à 1949	Zones côtières du Bassin d'Arcachon 1947	1948	1949	1950
Janvier	166	276	267	88	94
Février	166	41	137	252	374
Mars	98	0	90		51
Avril	110	100	136	160	58
Mai	149	75	146	116	88
Juin	213		330	472	83
Juillet	186	0	250	520	
Août	191		280	320	
Septembre	182	157	115	748	51
Octobre	264	543	270	740	727
Novembre	155	264	430	480	33
Décembre	228	118	144	307	137
Nombre d'analyses	2 405	119	293	180	186

TABL. 12. — *Moyennes mensuelles des dénombrements bactériologiques* (nombre probable de B. coli/1).

chenal du Courbey, qui a la même orientation, les résultats sont plus variables. En moyenne nous y notons cependant un taux sensiblement égal à celui du Teychan (2,6 mg O_2/l) alors que la salinité y est plus forte : 28,6 au Courbey pour 27,1 au Teychan. LECAMPION et BOUCHET ont d'ailleurs montré que ce chenal était un véritable bassin de décantation des herbiers voisins.

Pendant la période estivale le taux des matières organiques reste élevé. Du 5 juillet au 30 octobre 1957 il fut en moyenne de 2,85 mg O_2/l dans les stations de Bélisaire et Courbey (28 analyses). Nous avons noté une baisse au-dessous de 2,50 du 22 juillet au 5 août ; elle correspondait à une chute de la température de l'eau de mer.

La lecture du tableau 10 fournissant les résultats moyens obtenus dans l'ensemble des chenaux pendant les mois d'octobre à avril nous apporte une indication complémentaire en ce qui concerne les périodes transitoires. En avril, malgré une salinité modérée et une température en hausse, le taux des matières organiques dissoutes subit souvent une baisse sensible due à l'influence d'une aération de l'eau par les vents fréquents et forts qui soufflent à cette époque, et à l'activité photosynthétique du peuplement végétal qui se développe alors. En octobre, au contraire, malgré des salinités assez

élevées et des températures en baisse, la teneur en matières organiques dissoutes demeure élevée : les périodes de calme sont fréquentes et défavorisent l'absorption de l'oxygène de l'air par l'eau de mer ; les zostères coupées ainsi qu'une partie de la population animale et végétale des zones émergentes, morte pendant les assecs de l'été, se sont accumulées sur les plages ou dans le fond des chenaux où elles se décomposent.

Il nous paraît utile de rapprocher ces constatations d'observations faites il y a plusieurs années sur la qualité bactériologique des eaux du bassin d'Arcachon. Nous avons dépouillé en 1951 près de 2 500 résultats d'analyses d'eaux prélevées dans la région de la Teste de 1925 à 1949 puis dans l'ensemble des zones côtières du bassin d'Arcachon, en 1947, 1948, 1949 et 1950. L'examen du tableau des moyennes mensuelles du nombre de B. coli/l fait apparaître une période de pollution minimale au printemps (mars, avril, mai) et maximale en automne, particulièrement en octobre (tabl. 12). La première correspond à la baisse signalée de la teneur en matières organiques liée à l'aération et au développement printanier de la population végétale. En ce qui concerne la seconde nous avons longtemps pensé qu'elle était due au lessivage du littoral par les pluies. L'explication n'était pas suffisante : en effet tandis que la hauteur des pluies relevée en septembre dépassait en moyenne 90 mm de 1930 à 1938, 112 mm en 1947, en revanche elle n'était que de 36 mm en 1948, 63 mm en 1949 et seulement 17 mm en 1950. Or, précisément en 1950 la pollution fut encore plus marquée en octobre. Par contre, après de très fortes pluies et des tempêtes, le taux de pollution est resté très bas en novembre. Il semble bien par conséquent que la cause de cette pointe de pollution réside dans l'abondance des matières organiques servant de support au développement de la flore bactérienne.

Pour terminer cette étude remarquons que les résultats des dosages de prélèvements effectués simultanément en surface et au fond sont en général très voisins. Le 28 novembre 1961 les différences surface-fond ont varié pour les 16 stations prospectées de — 1,80 à Gujan à + 0,65 à La Vigne. Elles ont été positives trois fois.

Les écarts deviennent plus importants en période de crue, lorsque les différences de salinités surface-fond sont elles-mêmes plus importantes. Le 12 janvier 1961 les différences surface-fond ont varié de — 0,46 à Arams à + 4,46 mg O_2/l à Leyre. Elles ont été positives 13 fois sur 16.

En résumé, dans ce premier chapitre nous avons essayé de montrer les variations dans le temps et dans l'espace des facteurs qui conditionnent la vie de l'huître dans le bassin d'Arcachon. Elles sont complexes mais soumises à des rythmes correspondant aux saisons et au balancement des influences parfois complémentaires parfois opposées de l'arrière-pays et de l'océan. La richesse plus ou moins grande du bassin est liée à la facilité de ses échanges avec le golfe de Gascogne.

Une comparaison avec l'estuaire de la Gironde va nous permettre de mieux discerner l'importance de telle ou telle donnée écologique sur la répartition, la fécondation de l'œuf, la fixation de la larve, les conditions de survie et de croissance du naissain de *Crassostrea angulata* Lmk sur son collecteur.

CHAPITRE II

L'ESTUAIRE GIRONDIN ET LE BAS MEDOC

I. — Généralités.

A) *L'estuaire.*

La Garonne et la Dordogne, puis la Gironde, drainent les 75 000 km² du bassin aquitain, où sédimentent les eaux collectées dans les Pyrénées et le Massif Central.

Toute la région du Médoc et des bancs sous-fluviaux situés sur la rive gauche de la Gironde vers Saint-Christoly, sont composés de calcaires lutétiens appartenant à l'Eocène moyen. Ils ont été attaqués par l'érosion marine et il n'en reste plus que des traces. Sur ce substratum la mer est entrée largement à la fin de la dernière glaciation. La pointe de Grave et d'autres buttes tertiaires

comme celle de Jau (altitude actuelle 12 m) étaient alors des îles ; autour de ces îles est intervenu un remblaiement qui se continue de nos jours et qui comprend plusieurs sortes de dépôts :

des éléments de terrasses quaternaires antérieures au Flandrien ;

des dépôts préhistoriques datant d'environ 4 000 à 40 000 ans formés de galets, sables et argiles (érosion du plateau central et des Pyrénées) ; ils sont en partie consolidés ;

des vases, argiles brunes et sables fins plus récents, d'origine détritique, colloïdale ou chimique ;

des bancs de sable coquillier provenant d'un choix fait par la mer et le vent dans les sables des Landes.

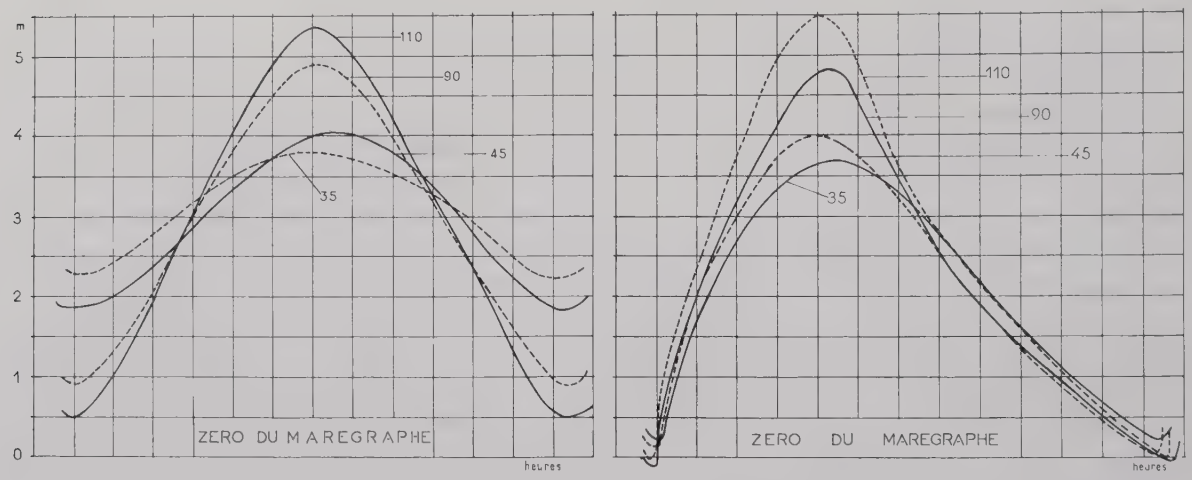


Fig. 35. — *Courbes marégraphiques dressées par le port autonome de Bordeaux.* A gauche : la Coubre à l'entrée de la Gironde; à droite : Bordeaux. (Les nombres à côté des courbes représentent les coefficients de la marée.)

A l'extérieur la barre forme un bourrelet en forme de croissant. C'est un haut-fond sous-marin assez abrupt du côté du large. Il entoure à l'intérieur une zone profonde et calme. Les tempêtes empêchent ce delta sous-marin de progresser vers l'ouest. Jusqu'à la barre extérieure les courants de flot et de jusant sont à peu près établis suivant une même droite mais la vitesse des courants de jusant est plus grande que celle des courants de flot, souvent double de cette dernière. Il se produit assez fréquemment des lits de courants nettement séparés des eaux adjacentes par suite de différences de salinité.

La partie intérieure, en amont de la pointe de Grave, s'étend sur une largeur de 8 à 11 km. Elle est encombrée de bancs de sable et se resserre entre les calcaires de la pointe de Grave et ceux de Saintonge (6 km). Le courant de jusant se réfléchit sur les falaises en aval de Royan et s'engouffre dans la passe axée est-ouest. Le flot, d'après les études de Manen, entre dans la passe sud au moins une heure avant de s'introduire dans la grande passe de l'ouest. Il y a donc à l'entrée de l'estuaire un prime flot de la passe sud. Le flot et le jusant se contrarient un peu au droit de la pointe de Grave. Les ondulations de marée pivotent autour de ce même point et se réfléchissent vers Royan. C'est pourquoi la durée du jusant est plus longue dans toute la rade du Verdon. Les courbes représentatives des marées sont presque symétriques à l'embouchure. Leur amplitude est sensiblement égale à l'embouchure et à Bordeaux (fig. 35).

Les débits liquides et solides de la Gironde sont considérables. Les estimations du service des Ponts et Chaussées en 1893 étaient les suivantes : volume total (eau et débit solide) introduit par marée de 6 heures dans le fleuve = 1 milliard 200 millions de m^3 pour les mortes-eaux ; 1 milliard 800 millions pour les vives-eaux. Dans le même temps à Bordeaux les chiffres variaient seulement de 70 à 100 millions de m^3, sur lesquels 1/7 est constitué, exception faite des temps de crue, par le débit fluvial proprement dit en provenance de l'amont. D'après les mesures faites par les ingénieurs des Ponts et Chaussées en 1870 et 1883 le volume des matières transportées par ces masses d'eau variait de 2 millions 1/2 à 5 millions de m^3 suivant le coefficient de la marée.

B) *Le bas Médoc.*

Partie nord des Landes girondines, le bas Médoc est un pays plat de quelque 12 000 ha limité à l'ouest par l'océan. A l'est ses mattes alluvionnaires sont protégées du fleuve par un système de digues qui épousent la concavité du rivage actuel de l'estuaire. Des chenaux drainent ces anciens marécages et débouchent derrière les digues d'argile ou de pierres sur des fonds de sable tapissés de coquilles roulées par les vagues ; ce sont du nord au sud les chenaux du Logis, du Conseiller, Neyran, Talais, Saint-Vivien, Lacanau, La Fosse, Charmaille, Richard et Goulée. Les terres de l'estran bordant la Gironde sont faites de sables vaseux recouverts par endroits d'un tapis de coquilles d'huîtres

FIG. 36. — *Gisements d'huîtres et lotissements de la rive gauche de la Gironde.* Hachures horizontales : gisements émergeant au-dessus du 0 des cartes; hachures verticales : gisements immergés entre 0 et 4 m; pointillés : lotissements; B : bouées de balisage; v : vase; s : sable; g : gravier.

plates (Le Cheyzin). Sous la croûte superficielle on trouve parfois une couche de vase molle d'un mètre environ avant d'atteindre une nouvelle couche dure qui correspond aux dépôts anciens consolidés. Sur ces crassats à la limite des basses mers moyennes et jusqu'à une profondeur qui n'excède jamais 4 m au-dessous du niveau des basses mers de vives-eaux, les huîtres ont poussé en bouquets, formant peu à peu des ruches où se sont amoncelées les générations successives. Des bancs de sable coupent cette bordure coquillière naturelle. Des parcs de captage et de semi-élevage d'une superficie voisine de 500 ha ont été concédés à la limite des gisements (fig. 36).

La nature des fonds ne se prêtait pas particulièrement à l'installation d'une communauté d'huîtres pour laquelle semblent convenir de préférence des sols fermes et stables tels que des rochers ou des vases dures et collantes.

Toutefois il suffit pour que l'huître portugaise puisse vivre que ses valves s'ouvrent au-dessus du sol. Un sable mouvant ou une vase trop molle seraient seuls complètement inadéquats parce qu'ils ne pourraient supporter leur poids. Dans le cas présent les fonds de vase molle ont été peu à peu transformés par les huîtres elles-mêmes en bancs huîtriers et en « rochers » selon le même processus que celui décrit par GALTSOFF sur les platins de Caroline du Sud et de Géorgie. Quelques larves se sont fixées sur le moindre objet rugueux à la surface de la vase. Les tests des huîtres plates mortes ont souvent joué ce rôle de premier collecteur. Pour sortir des dépôts qui sédimentaient sur elle, la jeune portugaise a poussé en hauteur, charnière en bas ; les sujets qui ont poussé sur la vase ont des coquilles longues et fragiles. Puis de nouvelles générations se sont fixées sur les parties des coquilles qui émergeaient de la vase. Des valves d'huîtres mortes tombant des bouquets ont garni de nouvelles surfaces... et c'est ainsi qu'ont commencé à grandir verticalement et horizontalement les rochers ou ruches qui ne sont vivants qu'à leur partie supérieure. Sur les gisements exploités les coquilles sont dispersées sur le sol et deviennent de bons collecteurs sur la face qui ne touche pas la vase à condition que celle-ci soit lavée par le courant.

Le climat du bas Médoc, bien que voisin de celui qui règne sur le bassin d'Arcachon et sur l'ensemble des Landes girondines, présente une originalité due à la fois à sa structure péninsulaire et au voisinage de la Gironde.

Nous avons pu bénéficier des renseignements relatifs à la pluviométrie et aux températures de l'air relevées par le bureau climatologique régional et nous avons obtenu du service du port autonome l'autorisation de dépouiller des bandes enregistreuses de la direction et de la vitesse instantanée des vents sur les deux appareils récemment installés à la pointe de Grave.

Les températures moyennes annuelles sont toujours très légèrement inférieures à celles d'Arcachon ; c'est ainsi que pour la période 1961-1965, elles furent de 13°20 à Arcachon et de 12°84 à la pointe de Grave.

La différence est surtout marquée en hiver. Elle est presque nulle en été. Pour la période 1961 à 1965 nous avons noté :

	Arcachon	Pointe de Grave
Hiver	6°99	6°15
Printemps	12°23	11°91
Eté	18°94	18°82
Automne	14°65	14°49

Le mois le plus froid est janvier : 5°13 et le plus chaud août : 19°41.

L'amplitude des écarts de température avec la moyenne du mois considéré est peu importante. C'est en février qu'elle est la plus forte (6°10) et en juin la plus faible (2°03). Les différences entre les moyennes mensuelles des minima et des maxima sont de l'ordre de 5 à 9° comme à Arcachon.

La moyenne pluviométrique annuelle pour la période 1961 à 1965 fut de 791 mm, supérieure à celle du bassin d'Arcachon (732,2 mm).

L'humidité est due à des averses plus abondantes et plus courtes qu'à Arcachon. La moyenne annuelle du nombre de jours de pluie fut en effet pour la période 1964-65 de 121 jours à la pointe de Grave et de 133 à Arcachon. La répartition saisonnière des pluies est la même qu'à Arcachon. A partir de juillet, mois le plus sec (21,5 mm) la moyenne augmente jusqu'en novembre-décembre, mois les plus humides (123,9 et 101,7 mm), pour décroître à nouveau jusqu'en juin (32,7 mm).

A la pointe de Grave le vent souffle sans arrêt ; il n'y a pas de périodes de calme comme dans la région du bassin d'Arcachon. Ramenées à un total de 1 000, les fréquences moyennes annuelles dans les différentes vitesses s'établissent ainsi : de 0 à 5 m/s, 671; de 5 à 10 m/s, 322; plus de 10 m/s : 7.

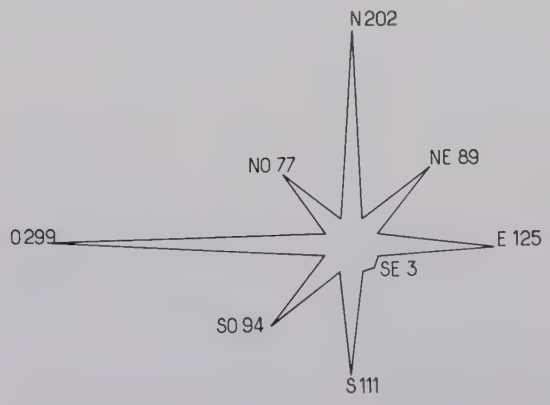


Fig. 37. — *Rose des vents à la pointe de Grave.*

Le vent est donc plus violent que dans la région du bassin où l'on ne compte que 71 observations à la vitesse de 6 à 8 m/s et 62 à plus de 8 m/s, pour 817 aux vitesses inférieures à 6 m/s et 50 périodes de calme. Le vent souffle avec la plus grande force en hiver. Les vitesses les plus faibles ont été notées en été.

Contrairement à ceux qui règnent dans le bassin d'Arcachon les vents sont plus violents en automne qu'au printemps. Les vents dominants soufflent de l'ouest comme dans le bassin d'Arcachon mais la répartition dans les autres directions est beaucoup plus anarchique (fig. 37). Les vents du nord et de l'est y sont les plus fréquents. Les vents du sud-ouest y sont un peu plus nombreux que ceux du nord-ouest.

François Levêque, considérant les vents surtout du point de vue de leur action sur la barre extérieure, la résumait ainsi : l'action perturbatrice des lames de tempête est prédominante dans la direction ouest-est et il semble y avoir à peu près équilibre d'action résultante entre les secteurs sud et nord autour de cette direction moyenne ouest-est d'efficacité maximum.

C) *Le peuplement de l'estuaire en huîtres plates et portugaises.*

L'huître plate. La richesse des bancs d'huîtres plates à l'entrée de la Gironde était proverbiale à l'époque romaine. Au quatrième siècle, le poète Ausone a vanté dans ses œuvres les huîtres du Médoc, engraissées dans les eaux douces mêlées aux vagues de l'océan des Médules. L'estuaire était alors bien différent de ce qu'il est maintenant. Sur un ancien état topographique de la côte océanique et fluviale du bas Médoc dressé par Goudineau (1891) sont figurés :

l'ancien rivage océanique plus avancé vers le large que le rivage actuel,

l'île d'Antros englobant les rochers de Cordouan séparée du Médoc par le chenal de Soulac; ce dernier aurait constitué un exutoire secondaire de la Gironde aboutissant à l'emplacement actuel des huttes,

sur la rive sud de ce chenal les emplacements des villes de Noviomagus et de Dommoton,

plus au sud encore, aboutissant à Montalivet, le fleuve Anchise,

enfin l'ancienne rive de la Gironde dont le tracé aurait correspondu au cordon littoral quaternaire encore visible le long du chemin appelé « Passe castillonnaise » qui traverse les communes de Valeyrac, Saint-Vivien et Soulac.

Ces tracés, selon François Lévêque (1936), sont hypothétiques mais ils ne sont pas incompatibles avec la topographie actuelle du Médoc. Les modifications du littoral sont connues avec exactitude depuis le début du XVII[e] siècle par les cartes, les rapports des ingénieurs hydrographes de la Marine nationale et les relevés des services hydrographiques du port de Bordeaux.

La barre formait déjà, d'après la carte établie par Magin en 1752, un croissant sableux sous-marin entre la pointe de Grave et la pointe de la Coubre. A travers ce bourrelet, des passes créées par l'action conjuguée des courants de marée, des crues du fleuve, des vents et des tempêtes, ont sans cesse évolué jusqu'à nos jours. La côte de pointe de Grave a reculé sous l'action combinée des pholades et des vers marins creusant les roches calcaires et des tempêtes érodant les plages sableuses et argileuses. En 1630 elle n'était qu'à 5 km de Cordouan ; en 1935 elle en était à 7 km.

Sur la rive gauche de la Gironde, entre les cordons littoraux quaternaires et les vasières ou crassats, existaient des marécages recouverts seulement par les plus hautes eaux. D'importants travaux d'assèchement furent entrepris au XVII[e] siècle. De 1739 à 1769 ces prés salés furent endigués et formèrent la zone des mattes. L'espace compris entre la laisse des pleines mers de mortes-eaux et des basses mers de vives-eaux était couvert jusqu'en 1847 de pêcheries « en V », en tamaris, brandes ou bois de chêne, appelées « gorps ». Ces engins constituaient des atterrissements que l'on faisait descendre peu à peu vers le large.

C'est ainsi que le bas Médoc prit une physionomie nouvelle et que le fleuve devint plus étroit, moins ouvert sur l'océan, drainant des eaux plus douces et plus limoneuses.

Dans le même temps les huîtres plates disparaissaient. Des vastes gisements primitifs il ne restait plus, en 1907, que des vestiges.

Actuellement les individus sont rares. En 1955 nous avons trouvé quelques jeunes plates fixées sur des roches dans un réservoir à poissons du Verdon alimenté par un ru. Il nous est arrivé depuis de trouver des larves d'*Ostrea edulis* L. dans le plancton récolté entre les bouées 15 et 19.

L'huître portugaise. Le naturaliste de Rochebrune a émis l'hypothèse de l'existence à l'embouchure de la Gironde, au moins d'une manière sporadique, de *C. angulata* à l'époque gallo-romaine.

Quoi qu'il en soit, à l'époque contemporaine, c'est de l'incident du « Morlaisien » vidant sa cargaison d'huîtres du Portugal dans l'estuaire (1866) que date le début du développement de cette espèce en Gironde.

L'invasion se fit jusqu'aux points en amont, au niveau desquels la salure des eaux restait compatible avec l'existence de cette espèce.

Sur la rive gauche de l'estuaire le peuplement naturel s'étend actuellement sur près de 1 500 ha à l'accore des hauts-fonds qui bordent le chenal sur 15 km depuis le Verdon jusqu'à Valeyrac. Il représente une grande richesse pour la région. Il nous semble utile de préciser par quelques chiffres l'évolution de la production.

Lorsque la pêche était libre en bateau ou à pied, elle rapportait en moyenne 50 à 70 millions d'unités par an. Toutefois les années creuses étaient fréquentes (1930, 1931 et 1932). Des mesures administratives n'empêchèrent pas que les gisements soient à nouveau sérieusement appauvris en 1937 puis en 1950 et 1951.

Grâce aux renseignements recueillis sur les lieux de pêche nous avons pu établir les bases d'une exploitation rationnelle (Le Dantec, 1955 ; Le Dantec, Marteil et Trochon, 1958 ; Le Dantec, 1965) permettant de répartir sur plusieurs années la richesse procurée par l'intensité variable des fixations et d'éviter l'épuisement spectaculaire des gisements malgré l'accroissement du nombre des bateaux, du tonnage et des moyens de pêche.

D'autre part, nous avons incité les professionnels à demander la concession du domaine public et donné avis favorable au lotissement généralisé des terrains émergents à l'exception des zones dites des « ruches » (protection des géniteurs). Nous avons orienté les efforts de modernisation des méthodes de captage, de stockage et de transport des jeunes huîtres, tout en poursuivant nos études sur leur écologie et leur biologie.

En 1959 Mallet évaluait à 110 millions de sujets le produit de la pêche à pied sur les bancs naturels et à 10 millions celui des huîtres dites « rouleuses » poussées par le flot vers le rivage. Nous avons calculé, quant à nous, que le rendement moyen annuel de la pêche à la drague fut de 46 millions d'unités de 1949 à 1953, de 86 millions de 1954 à 1963 et de 41 millions de 1964 à 1966. Suivant la taille des huîtres pêchées le poids moyen a varié de 12 à 20 kg le mille.

La surface pêchée à pied s'amenuise au profit des concessions dont la superficie est passée de 300 ha environ en 1958 à près de 500 ha en 1960. Il est difficile de se faire une idée précise du nombre de sujets qui partent tous les ans de ces dépôts à destination des centres d'élevages. On l'estimait à 30 millions en 1952-1953, mais les parcs sont essentiellement destinés au captage.

Depuis 1963 nous avons calculé que les ostréiculteurs arcachonnais transportent tous les ans sur leurs parcs 1,5 à 3 milliards de jeunes naissains captés en août sur la rive gauche de la Gironde sur des collecteurs divers et en particulier dans les « poches de coquilles ».

La vitesse de propagation de l'espèce installée sur la rive gauche de la Gironde depuis seulement 100 ans et le maintien d'une production considérable sont le fait d'un ensemble de facteurs écologiques favorables à la reproduction, à la vie pélagique des larves et à leur fixation.

L'éloignement du laboratoire ne nous a pas permis d'en faire jusqu'à maintenant une étude systématique mais de nombreuses observations ont été recueillies grâce auxquelles nous connaissons les caractères essentiels du milieu.

II. — L'hydrologie.

Quelques résultats très partiels intéressant le chenal de navigation nous ont été communiqués par les services du port autonome de Bordeaux.

En ce qui nous concerne nous avons relevé diverses données au-dessus des gisements naturels d'huîtres de la rive gauche de la Gironde à chaque occasion propice. C'est dire que l'étude hydrologique systématique restait à faire.

De 1956 à 1958 nous avons procédé à plusieurs lancers de flotteurs-messages à l'intérieur de l'estuaire.

En 1965 nous avons exécuté plusieurs séries de prélèvements à bord du « Roselys », bateau-pilote-de-pêche de l'Institut des Pêches maritimes.

En 1966 nous avons fait installer un thermographe à Port-Bloc.

Depuis mai 1964 nous sommes journellement renseigné sur l'eau d'alimentation de la station expérimentale de Neyran dont nous dirigeons les activités et le fonctionnement (eau de la Gironde amenée par le chenal de Neyran et eau de mer puisée à Soulac).

Nous sommes donc en mesure, dès maintenant, de tirer quelques conclusions des résultats préliminaires de cette étude.

A) *Salinités et températures.*

Résultats des premières enquêtes.

Salinités. Les chiffres suivants correspondent à la moyenne d'un grand nombre de prélèvements opérés entre le 28 septembre et le 27 octobre 1961 pour les deux premiers, à une évaluation ancienne des ponts et chaussées pour le troisième : dans les piscines de Soulac, côte océane : 33 à 34 ‰; dans le chenal de Neyran, rive gauche de l'estuaire de la Gironde, à un peu moins d'une dizaine de kilomètres en amont de la pointe de Grave : 23 à 29 ‰; dans le port de Bordeaux : 0,5 ‰.

Ils montrent, entre les influences océaniques et fluviales, l'existence de la zone saumâtre qui nous intéresse et qui s'étend, sur la rive gauche de l'estuaire, depuis la pointe de Grave en aval jusqu'au port de By en amont.

Dans la rade du Verdon les salinités de surface diminuent d'aval en amont quelle que soit l'heure de la marée. Voici quelques résultats obtenus en suivant le littoral de l'aval vers l'amont en période de jusant et de l'amont vers l'aval pendant le flot.

	Jusant	Flot		Jusant	Flot
29 mars 1962			29 janvier 1963		
Aval du Verdon	24,76 ‰	24,22 ‰	Aval du Verdon	22,14 ‰	20,94 ‰
Large de Saint-Vivien	21,24	19,79	Large de Saint-Vivien	14,89	14,24
Gisement de Richard	17,07	16,80	Gisement de Richard	13,24	12,14
30 octobre 1962			16 octobre 1963		
Aval du Verdon	30,12	29,67	Aval du Verdon	19,45	27,59
Large de Saint-Vivien	28,51	27,79	Large de Saint-Vivien	14,49	21,35
Gisement de Richard	24,76	24,76	Gisement de Richard	11,49	

Les prélèvements opérés dans la zone de Richard pendant les campagnes de pêche aux huîtres à la drague fin mars-début avril 1956 et 1957 nous ont permis de constater que pendant la période 3 h de jusant à 3 h de flot, la salinité au niveau du gisement fut sujette à des variations beaucoup moins sensibles en profondeur qu'en surface et demeura constamment plus élevée au fond, au niveau des gisements, que dans le chenal voisin.

Les moyennes relevées furent en effet les suivantes, respectivement pour 1956 et 1957 : 15,62 et 15,24 ‰ sur les gisements par fonds de 2 m environ et 13,05 et 12,11 ‰ dans le chenal voisin de 10 à 12 m.

Les salinités qui varient d'aval en amont et d'est en ouest sont aussi influencées par l'heure et le coefficient de la marée, par les crues de la Gironde et localement par les apports des chenaux qui drainent le Médoc. Elles peuvent descendre momentanément bien au-dessous de 10 ‰.

Lors des prélèvements systématiques du « Roselys », en février, mai, août et novembre 1965, parcourant la baie à l'accore des gisements au-dessus des fonds de plus de 10 m depuis la bouée 15 (aval) jusqu'à la bouée 21 (amont) nous avons établi des comparaisons.

De l'ensemble de nos observations il ressort que, sauf immédiatement après de très fortes pluies et en mortes-eaux, les chiffres relevés à Neyran en surface et au fond sont voisins de la moyenne des salinités qui règnent pendant un cycle de marée sur l'ensemble de la zone des gisements, ils sont inférieurs à ceux de l'aval et supérieurs à ceux de l'amont. Ces chiffres sont légèrement supérieurs aux moyennes relevées au fond dans le chenal à l'accore de la zone des gisements.

Ils nous permettent d'utiliser les résultats de Neyran pour étudier les salinités moyennes des eaux recouvrant les gisements de la rive gauche de l'estuaire de la Gironde.

Salinités moyennes. *Variations saisonnières moyennes.* Les données les plus importantes de l'étude des variations mensuelles et annuelles des salinités dans le chenal de Neyran sont :

la basse moyenne annuelle, de l'ordre de 20 ‰,

l'évolution saisonnière qui comporte :

3 mois à salinité relativement élevée, juillet, août, septembre (moyenne : 25,9),

2 courtes saisons de transition : octobre, novembre (moyenne 22), mai, juin (moyenne 20),

1 longue période de doussain s'étendant de décembre à avril (moyenne 16,5).

Pendant cette saison d'importantes variations ont lieu, correspondant tantôt aux apports combinés de la Gironde et des chenaux du Médoc après les fortes pluies de novembre (premier minimum de 13,4 ‰ en décembre), tantôt aux crues printanières de la Garonne (second minimum de 16,5 ‰ en avril).

Amplitudes mensuelles des variations. Si les variations moyennes saisonnières sont importantes, les écarts entre les salinités maximales et minimales mensuelles le sont encore davantage. Ils ont varié, en 1965, de 31 en août à 20,5 ‰ en janvier.

Températures. *Variations de l'aval à l'amont.* Pendant la période estivale, les eaux de l'amont sont plus chaudes que celles de l'aval et inversement en hiver. Les transitions d'un régime à l'autre sont rapides et plus ou moins précoces selon les années.

Variations saisonnières moyennes. Pour étudier les variations saisonnières moyennes nous disposons des enregistrements du thermographe que nous avons installé à Port-Bloc en avril 1966, des relevés effectués journellement au thermomètre à mercure et aux environs de la pleine mer dans le chenal de Neyran depuis juin 1964, des moyennes mensuelles des températures des eaux de la Garonne à Bordeaux déduites des observations effectuées de 1947 à 1952 par les services du port autonome.

D'importantes variations momentanées sont enregistrées à Neyran du fait de la faible épaisseur de la couche d'eau et du réchauffement ou du refroidissement des terres de l'estran à marée basse. D'une façon générale les températures relevées de jour à Neyran seront plus basses en mortes-eaux (basses mers du matin et du soir) et plus élevées en vives-eaux (basses mers aux environs de midi) que les températures moyennes régnant pendant un cycle complet de marée dans le chenal. C'est ainsi que nous avons relevé le 17 février 1965, par coefficient 106, 8° à Neyran et seulement 6°2 au fond et 6°1 en surface dans le chenal. En revanche nous avons relevé 14° à Neyran le 21 mai par coefficient 46 et dans le chenal 15°2 au fond et 16°1 en surface. En définitive les moyennes mensuelles relevées à Neyran peuvent être considérées comme voisines de celles qui règnent dans les eaux baignant les gisements de la rive gauche de la Gironde.

D'avril à septembre 1966 la température a été plus basse à Port-Bloc (moyenne : 17°67) qu'à Neyran (moyenne : 19°18). Au contraire pour une moyenne de 12°88 à Port-Bloc d'octobre à décembre 1966 nous avons noté seulement 11°75 à Neyran.

Pendant la période hivernale, d'octobre à février, avec une exception en novembre due vraisemblablement au nombre insuffisant d'observations à Neyran, la température des eaux de la Garonne à Bordeaux est inférieure à celle de la Gironde à Neyran. Les moyennes sont les suivantes : 9°90 à Neyran, 9°70 à Bordeaux. De mars à septembre le rapport est inverse et la différence plus accentuée, soit en moyenne 17°72 à Neyran et 19°03 à Bordeaux.

Etudes systématiques des températures et salinités à l'accore de la zone des gisements (fonds de 6 à 15 m).

En 1965 nous avons effectué 4 séries de prélèvements en Gironde à bord du « Roselys ». De l'aval à l'amont les stations étaient ainsi définies :

Sta. III : zone aval, bouée 15 ; fonds de 12 à 14 m ; au large du gisement émergent du Cheyzin entre le chenal de Saint-Vivien et de Talais.

Sta. II bis : 200 m au large de la bouée 19 ; fonds de 12 à 14 m ; au large du gisement de la Fosse entre le chenal de Saint-Vivien et le chenal de Charmailles.

Sta. II : 200 m à terre de la bouée 19 ; fonds de 10 à 11 m ; au large du gisement de la Fosse entre le chenal de Saint-Vivien et le chenal de Charmailles.

Sta. I bis : 600 m à terre de la bouée 18 ; fonds de 10 à 11 m; au large du lotissement de Mondésir.

Sta. I : bouée 21 ; zone amont ; fonds de 7 à 8 m ; au large du gisement de Richard.

Les prélèvements étaient faits à l'aide de la bouteille à renversement pendant un cycle de marée de 12 heures en surface et au fond. Ce protocole a subi toutefois des modifications :

1) les 16-17 février, 3 stations seulement ont été prospectées : les sta. I, II et III mais nous avons sondé la couche d'eau de 2 en 2 m ;

2) le 24 novembre, la série de prélèvements a couvert seulement 6 heures de marée depuis le début du flot jusqu'au début du jusant.

Variations saisonnières en surface et au fond de l'aval à l'amont. Les salinités moyennes diminuent régulièrement d'aval en amont dans des proportions très voisines en surface et au fond. En effet, les différences entre les sta. III et I sont respectivement, en surface et au fond, de 7,4 et 7,2 ‰ en hiver, 6,1 et 6,6 au printemps, 4,2 et 4,2 en été, 7,7 et 8,1 ‰ en automne.

En toutes stations, les salinités moyennes sont plus fortes au fond qu'en surface. Les différences, toutefois, ont été peu importantes lors des tournées des 16-17 février (2 ‰), du 10 août (1 ‰), du 24 novembre (2,1 ‰). Elles ont été de 6,1 ‰ le 21 mai.

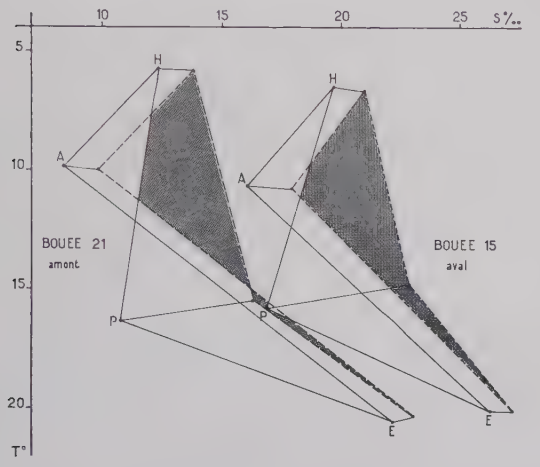


Fig. 38. — *Diagramme T/S des eaux de la Gironde en 1965 face aux gisements d'huîtres et au large de ces derniers.* Trait plein : surface; tirets et grisé : fond; A : 24 novembre; E : 10 août; H : 16-17 février; P : 21 mai.

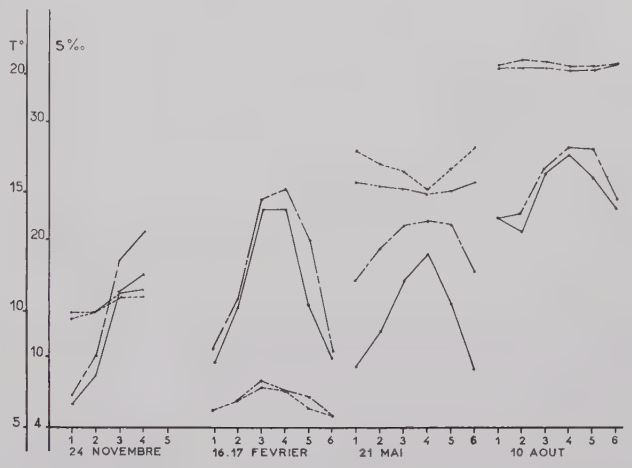


Fig. 39. — *Variations saisonnières des températures et des salinités dans la Gironde, face aux gisements d'huîtres et au large de ces derniers en relation avec l'heure de la marée.* Tirets : T° surface; trait et 2 tirets : T° fond; trait plein : sal. surface; trait et 1 tiret : sal. fond. 1 début flot; 2 mi-flot; 3 fin flot; 4 début jusant; 5 mi-jusant; 6 fin jusant.

L'explication ne peut en être l'excès des eaux douces à cette époque puisque les salinités étaient plus basses dans leur ensemble le 24 novembre. En revanche, il faut considérer que les coefficients de la marée étaient de 50-46 le 21 mai (mortes-eaux) et de 89-87 le 24 novembre (vives-eaux). En périodes de crues, la salinité des eaux au fond est moins perturbée en mortes-eaux qu'en vives-eaux.

En ce qui concerne les températures l'évolution est différente. D'aval en amont les températures moyennes diminuent en automne et en hiver et augmentent au printemps et en été dans des proportions très voisines en surface et au fond ; les variations sont toutefois peu importantes.

Sauf en mortes-eaux (prospection du 21 mai) les différences des températures moyennes entre fond et surface sont faibles. Elles sont positives ou nulles en automne et en hiver et négatives au printemps et en été.

Les variations des températures et des salinités sont portées sur la figure 38.

Variations saisonnières en surface et au fond en relation avec l'heure de la marée. Quelle que soit la station et la saison, la salinité varie entre un minimum aux environs de la basse mer et un maximum aux environs de la pleine mer. L'amplitude des variations est sensiblement la même en surface et au fond, soit respectivement de 12,9 et 13,7 en hiver, 9,7 et 5 au printemps, 6,6 et 6,1 en été, 11 et 13,9 ‰ en automne.

Les variations des températures sont plus faibles et plus anarchiques. Toutefois, elles atteignent un minimum aux environs de la basse mer en automne et en hiver et de la pleine mer au printemps et en été.

Inversement elles sont maximales aux environs de la pleine mer en automne et en hiver et de la basse mer au printemps et en été. L'amplitude des variations en surface et au fond est du même ordre, soit respectivement, 1°3 et 1°4 en hiver, 1°8 et 0°5 au printemps.

Nous avons traduit ces données sur la figure 39.

Pour compléter l'étude de ces variations nous avons calculé les moyennes des salinités et des températures au cours d'un cycle de marée de 2 en 2 m.

La couche d'eau est stratifiée en lames ayant une salinité de plus en plus forte de la surface au fond malgré quelques anomalies passagères provoquées par des remous et turbulences. Les 16-17 février 1965 à la bouée 19 les résultats du dosage étaient les suivants :

0 m : 15 ‰, 2 m : 16, 4 m : 16,6, 6 m : 17,1, 8 m : 17,3 ‰

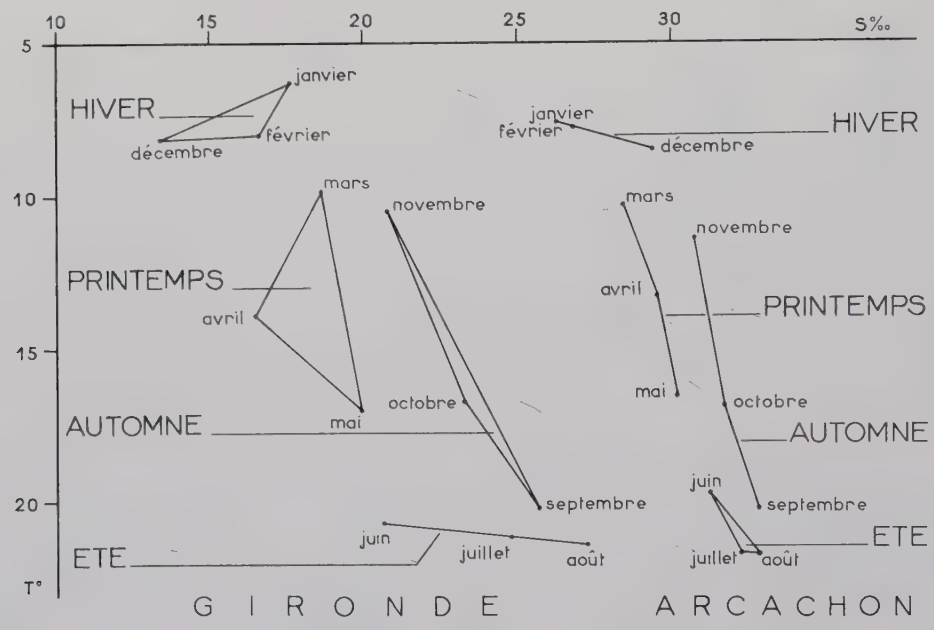


FIG. 40. — *Diagrammes T/S comparés des eaux de la Gironde à Neyran et du bassin d'Arcachon au cours des saisons.*

Les variations des températures, nettes dans le plan horizontal, le sont beaucoup moins dans le plan vertical. En moyenne en hiver elles augmentent avec les salinités. Les différences entre la surface et le fond n'excédaient toutefois pas deux dixièmes de degré, les 16-17 février 1965.

En conclusion, si nous mettons en parallèle le bassin d'Arcachon et la rive gauche de la Gironde, nous constatons d'importantes différences dues au fait que le premier est un bassin assez largement ouvert et le second un estuaire.

Les diagrammes T-S (fig. 40) établis d'après les moyennes saisonnières portant, pour les salinités, sur 10 années d'observations à Arcachon (1954 à 1964) et 4 années à Neyran (1963 à 1966), et pour les températures, sur 20 années d'observations à Arcachon (1926, 1927, 1929 à 1934, 1937, 1939, 1955 à 1964) et 3 années à Neyran (1964 à 1966), sont nettement séparés.

Les salinités sont constamment plus élevées à Arcachon. D'autre part tandis qu'à Arcachon la salinité moyenne mensuelle atteint son minimum en janvier et croît rapidement à partir de mars, sur la rive gauche de la Gironde elle passe par deux minima, l'un en décembre et l'autre en avril. Le bassin d'Arcachon ne reçoit pas, en effet, l'excès d'eaux douces provenant des crues printanières provoquées par la fonte des neiges au contraire de la Garonne et de la Dordogne. La différence des

salinités moyennes entre ces deux régions est de 11,6 en hiver, 11 au printemps, 7,9 en été et 8,6 ‰ en automne,

Les températures sont sensiblement égales dans les deux centres avec un minimum en janvier et un maximum en août.

En automne et en hiver elle est légèrement supérieure à Arcachon et inversement au printemps et en été.

Dans les deux régions, les variations des températures au cours de la marée sont semblables. Au printemps et en été les eaux sont d'autant plus chaudes qu'elles sont moins salées et inversement en automne et en hiver.

En ce qui concerne les salinités qui, dans l'une et l'autre région, augmentent de la basse à la pleine mer, de l'amont à l'aval et de la surface au fond, le régime est différent en ce sens que les variations sont beaucoup plus considérables en Gironde.

B) *Les courants.*

a) ***Dans l'estuaire.*** Pendant la période de juin à septembre le bassin d'Arcachon peut être classé dans le type de zone côtière « à eaux pratiquement homogènes ». L'estuaire de la Gironde peut être classé pendant toute l'année dans le type « à eaux fortement stratifiées » selon la classification adoptée par PRITCHARD en 1955.

Il a démontré que dans les estuaires à eaux fortement stratifiées il existe une dérive résiduelle qui n'est pas due à la marée et se surimpose à ses oscillations ; elle est double :

superficielle et dirigée vers le large,

profonde et dirigée vers l'amont.

Il existe une limite entre les couches supérieure et inférieure que PRITCHARD appelle le « niveau sans déplacement net », à travers lequel se produit un transfert progressif des eaux plus profondes et plus salées vers la couche supérieure (fig. 41).

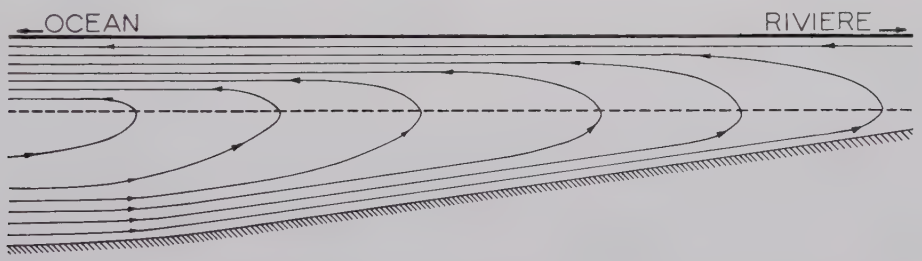


FIG. 41. — *Structure d'estuaire. Mouvement résiduel des eaux indépendant de la marée.* La ligne en tirets marque le niveau de séparation entre les mouvements résiduels supérieur et inférieur. (D'après PRITCHARD, 1951, cité par GALTSOFF, 1964.)

Les courants de marée fournissent l'énergie nécessaire à ces échanges. Dans les généralités nous en avons rappelé les caractères essentiels.

C'est grâce à cette double action que l'on peut expliquer la rétention d'un grand nombre de larves dans l'estuaire et l'extension des gisements naturels vers l'amont, compte tenu des changements dans les distributions moyennes des stades larvaires successifs. En effet, si dans un milieu parfaitement homogène les larves de plus de 200 microns continuent à flotter immédiatement au-dessous de la couche superficielle (LOOSANOFF, 1964), maintes observations dans la nature ont prouvé que dans des eaux stratifiées elles tendaient à migrer vers les couches plus basses, plus salées et plus denses. La dérive résiduelle les transporte alors vers les parties supérieures de l'estuaire. Une partie des jeunes larves est cependant emportée vers l'aval par le courant de jusant.

Connaissant le mécanisme des transports des organismes pélagiques à l'intérieur de l'estuaire, nous avons cherché à connaître les courants responsables des apports extérieurs dans l'estuaire et le devenir des eaux girondines après leur débouché dans l'océan.

b) ***Apports extérieurs.*** Une étude de P.M. NIAUSSAT et R. BOURCART, nous renseigne sur l'importance des courants locaux, au nord de l'embouchure de la Gironde, comme cause éventuelle d'accumulation du phytoplancton.

Ces auteurs ont procédé au lancement de quinze bouteilles contenant des messages le 14 septembre 1961. Ces flotteurs ont été répartis en trois lots mouillés respectivement par fonds de plus de 40 m, dans le sud-ouest de Chassiron (lat. 45°43' N, long. 1°55' O), dans l'ouest - 1/4 sud-ouest de la Coubre (lat. 45°34' N, long. 1°43' O), dans le sud-ouest de Cordouan (lat. 45°23' N, long. 1°29' O). Neuf réponses sont arrivées dans les six mois qui ont suivi le mouillage.

Les endroits d'atterrissage se localisaient entre la Tranche sur la côte vendéenne pour le point le plus nord, jusqu'à la Menounière sur la côte ouest de l'île d'Oléron pour le point le plus sud.

P. NIAUSSAT et R. BOURCART en ont déduit la possibilité de l'existence au sud de la côte vendéenne et des îles saintongeaises d'un angle mort où tout matériel planctonique ou biologique pourrait tendre à s'accumuler. Lorsque les circonstances de marée et de vent sont propices, cette flore planctonique est susceptible d'entrer massivement dans l'estuaire.

c) ***Le devenir des eaux girondines après leur débouché dans l'océan.*** F. LÉVÊQUE déjà cité (1936) nous apprend qu'au large de l'estuaire la direction résultante des courants de marée est vraisemblablement voisine de la direction sud-nord et qu'une partie des troubles de la Gironde est happée par le pertuis de Maumusson. Ils se déposent dans la zone calme et envasent les embouchures de la Seudre et de la Charente.

En collaboration avec P. TROCHON nous avons procédé en 1956, 1957 et 1958 à treize lancers de messages à l'intérieur de l'estuaire. Ils furent tous effectués au cours de la première demi-heure de jusant effectif au-dessus du gisement de Richard, dans le but principal de préciser nos connaissances sur la dispersion des jeunes larves entraînées par les courants de surface. A cet effet nous avons utilisé les flotteurs siphonophores mis au point et fabriqués par P. BOUGIS et ainsi caractérisés : flotteurs type siphonophore en polyéthylène, enveloppe en polyéthylène de 0,2 mm, haubans et dérives en polyéthylène de 0,1 mm, plomb de 17 g.

50 messages furent lancés au cours de chacune des opérations effectuées en 1956 et 1957 et 40 en 1958, soit au total 530. Nous avons chaque fois vérifié que la dérive des siphonophores était due aux courants de surface et non à l'action directe des vents, à laquelle était soumise par exemple une boîte de carton.

Nous résumons ainsi les résultats de ces opérations : en moyenne nous avons obtenu 41,4 % de recaptures; ces dernières n'ont été inférieures à 30 %que pour les lancers effectués en septembre, époque à partir de laquelle les touristes sont moins nombreux sur les plages. Les messages ont été repêchés dans la proportion de 17,2 % du premier au septième jour suivant le lancer, 6 du huitième au quinzième, 5,3 du seizième au vingt-troisième, 3,3 du vingt-quatrième au trente et unième jour et 9,6 % après un délai dépassant le mois.

D'une façon générale les flotteurs se sont échoués :

sur les deux rives de l'estuaire (avec un pourcentage de recaptures plus fort sur les plages de la rive droite de Royan au phare de la Coubre) dans la proportion de 19,8 %;

sur le littoral du continent et des îles au nord de l'estuaire dans la proportion de 8,3 % (dont 4,9 % sur les côtes de l'île d'Oléron et du bassin de Marennes et 3,4 % au nord de l'embouchure de la Charente) ;

sur le littoral au sud de l'estuaire dans la proportion de 13,3 % (dont 12,4 % entre la pointe de Grave et le Cap-Ferret, 0,3 % à hauteur du bassin d'Arcachon et 0,6 % plus au sud).

La durée de la vie larvaire de *C. angulata* LMK étant d'environ 3 semaines, ce sont les recaptures effectuées à l'intérieur de ce délai qui sont les plus intéressantes. Elles ont été faites dans la proportion de 14,1 % à l'intérieur de l'estuaire, 3,2 % au nord (dont 2,3 % sur les côtes de l'île d'Oléron et du bassin de Marennes), 10,9 % au sud (dont seulement 0,6 % à hauteur ou au sud du bassin d'Arcachon).

Les recaptures à l'intérieur de l'estuaire ont été importantes quelles qu'aient été les conditions au moment du lancer, sauf le 8 août 1956 par fort coefficient et vent est : aucun message ne fut retrouvé sur les rives de la Gironde.

Dans ces mêmes conditions presque tous les flotteurs s'étaient échoués sur le littoral au sud de l'estuaire entre la pointe de Grave et Hourtin.

Les seuls messages retrouvés dans un délai variant de 10 à 23 jours à hauteur ou au sud du bassin d'Arcachon (l'un d'eux sur le banc de Pineau), le furent à la suite du lancer du 10 juillet 1958 effectué en mortes-eaux par vent est — sud-est.

Le maximum des recaptures rapides au nord de l'estuaire a été réalisé après le lancer du 10 juillet 1956 effectué par fort coefficient et fort vent du nord-ouest.

En conclusion, les larves jeunes de *C. angulata* ont de fortes chances de se développer dans l'estuaire sauf si le vent souffle de l'est au moment de la formation d'une génération. Dans ce cas elles sont entraînées hors de l'embouchure par le courant de jusant et rejetées ensuite vers le littoral au sud. Elles peuvent alors être entraînées jusqu'à l'entrée du bassin d'Arcachon et peut-être y pénétrer.

Lorsque le vent souffle de toutes directions autres que de l'est un fort pourcentage de jeunes larves demeure dans l'estuaire ; une partie est entraînée au large et se disperse selon les conditions du moment vers le sud ou vers le nord. Un fort vent nord-ouest semble favoriser leur entraînement vers le nord. Dans ce cas un certain nombre d'entre elles est susceptible de se fixer sur les côtes de l'île d'Oléron ou du bassin de Marennes où elles pénètrent par le pertuis de Maumusson.

C) *Teneur en cuivre.*

Il n'y a normalement qu'une infime proportion de cuivre dans l'eau de mer, voisine de 10 mg/m^3.

Il est utilisé par de nombreux animaux qui puisent les minimes quantités dissoutes pour l'accumuler dans leur sang ; il y joue sous la forme de l'hémocyanine le rôle respiratoire que joue l'hémoglobine dans le sang des vertébrés. Tel est le cas de l'huître qui est un admirable accumulateur de cuivre, à tel point qu'elle peut servir de réactif pour le découvrir dans l'eau. Indispensable à la vie de l'animal en tant que pigment respiratoire, le cuivre favorise aussi l'évolution des larves et leur fixation ainsi que l'ont montré les travaux de Prytherch. Hinard (1932) indique que le cuivre existe normalement dans l'huître à des taux ne dépassant pas 50 mg/kg de matière fraîche en chiffres ronds ; mais cette quantité peut s'élever considérablement si un sel de cuivre est déversé dans l'eau. Le mollusque prend alors une couleur vert glauque généralisée ou présente sous la masse viscérale des amas verdâtres. Avec Ranson nous disons que l'huître est atteinte de leucocytose verte due à un mauvais métabolisme du cuivre dans les eaux trop riches en ce métal. Ces mollusques ne sont pas toxiques mais leur saveur est modifiée.

A partir de 1955 le laboratoire central de chimie analytique de l'Institut des Pêches maritimes entreprit une étude sur l'évolution de la teneur en cuivre chez les sujets importés du Portugal et reparqués sur le littoral français. En effet, les gisements huîtriers du Portugal sont baignés par des eaux cuivreuses par suite de l'existence de mines de pyrite dans la péninsule ibérique.

Des analyses comparatives sur les huîtres d'Arcachon, du Portugal et de la Gironde ont été faites par R. Ladouce et Y. Le Goff (1956). D'autres résultats nous ont été communiqués par F. Soudan en octobre 1964.

Nous avons noté les pourcentages suivants de leucocytose à l'occasion de la pêche à la drague sur le banc de Richard en mars-avril : 69 en 1956, 74,7 en 1957 et 53,3 en 1958.

Il est vraisemblable que les apports de cuivre en Gironde sont une conséquence du lessivage des terrains des vallées de la Dordogne et de la Garonne où la culture de la vigne est très développée et où d'abondants sulfatages sont effectués tous les ans.

La teneur en cuivre varie au cours des saisons et des années car le taux des huîtres atteintes de leucocytose est lui-même très variable. Cette teneur (en mg par kg de chair fraîche et de chair sèche, respectivement) était la suivante : 11,2 et 107 pour Arcachon, 125 et 1 312 pour la région aval et 193,7 et 2 005 pour la région amont de la rive gauche de la Gironde.

Les taux observés en 1966 sur des huîtres prélevées sur le lotissement du Verdon ont varié de 50 à 94 % au cours des mois d'avril à octobre.

D) *Turbidité.*

Le rapport des débits solides et liquides de la Gironde, d'après les estimations des Ponts et Chaussées citées dans les généralités sur l'estuaire, serait de l'ordre de 2 à 3 ‰. La turbidité des eaux de la Gironde est donc très grande ; elle est faite de très fines particules d'argile en suspension et varie considérablement d'un endroit à l'autre, selon l'heure et le coefficient de la marée, d'une saison à l'autre. Nous avons fait quelques mesures ; après décantation d'un litre d'eau les sédiments étaient recueillis et mis à sécher à l'étuve à 110° jusqu'à poids constant. Les résultats montrent des teneurs variant d'un minimum de 30 mg par litre (le 13 mai 1966 en mortes-eaux, au-dessus du gisement du Cap de Fer, zone aval, en surface et à pleine mer pour une salinité de 19,5 ‰) à un maximum de 340 mg par litre (le même jour, au même endroit mais au fond et à basse mer pour une salinité de 18,60 ‰). En général la teneur au fond est plus forte qu'en surface. Les moyennes obtenues sur huit prélèvements ont été les suivantes : surface, 69 mg/l ; fond, 176 mg/l.

Nous n'avons pas fait de semblables mesures dans le bassin d'Arcachon où les eaux sont beaucoup plus claires. Il arrive cependant, après des tempêtes, que l'eau y soit trouble ; les particules en suspension sont alors constituées de grains de sable plus denses que les particules d'argile.

Les mesures effectuées par MARTEIL en rivière d'Auray donnaient les moyennes suivantes :

en période d'étiage : en surface, 9 mg/l ; au fond, 14 mg/l ;

en période de crue : en surface, 14 mg/l ; au fond : 15 mg/l.

La turbidité des eaux de la Gironde est donc environ 10 fois plus grande que celle des eaux de la rivière d'Auray.

III. — Sources de nourriture.

Le plancton.

Les eaux turbides de la Gironde sont caractérisées comme celles de la Vilaine (MARTEIL, 1960) par l'abondance des *Coscinodiscus* et des *Biddulphia* que l'on trouve en purée d'avril à octobre. Citons parmi les autres diatomées fréquentes les *Actinocyclus, Actinoptychus, Pleurosigma, Guinardia, Rhizosolenia.* D'une façon générale on peut dire que si la densité des *Coscinodiscus* et des *Biddulphia* est plus grande que dans les eaux du bassin d'Arcachon, en revanche la variété des autres diatomées est plus limitée.

En ce qui concerne les autres éléments du plancton nous avons remarqué l'abondance des *nauplii* et des *cypris* de Cirripèdes dont les individus adultes tapissent les rochers des ouvrages portuaires et les coquilles des huîtres.

Parfois, en juillet, le filet est colmaté par les coelentérés cténaires.

On rencontre, en moins grande abondance que dans le bassin d'Arcachon des copépodes et leurs *nauplii,* des larves de gastéropodes et de lamellibranches, parmi lesquelles essentiellement *Mytilus edulis* L., *C. angulata* LMK et *Teredo sp.,* des radiolaires, des rotifères, des foraminifères et des péridiniens.

Au cours d'une même marée l'aspect du plancton peut être totalement différent selon que la pêche est faite en aval ou en amont.

Ainsi le 4 août 1965 au début du flot le sédiment recueilli au voisinage du môle d'escale du Verdon était vert et constitué d'une extrême abondance de *Biddulphia sinensis* et de *Coscinodiscus granii,* de *nauplii* de cirripèdes, de petits péridiniens et de quelques larves de *C. angulata.* Celui récolté au voisinage des gisements du Cap de Fer, Cabiraux, la Fosse était brun et contenait un zooplancton plus abondant avec des copépodes, des *cypris* de cirripèdes et des larves de *C. angulata.*

Des apparitions massives de plancton ont été signalées dans le bassin d'Arcachon aux époques où se réalise un équilibre thermique entre les eaux du bassin et de l'océan et particulièrement au printemps. Le même phénomène se produit en Gironde avec un décalage d'une quinzaine de jours à un mois.

L'année 1966 fut particulièrement intéressante à cet égard. Une richesse inhabituelle, en densité comme en diversité d'espèces, caractérisa le plancton d'Arcachon à la fin du printemps et celui de la Gironde en été.

Nous donnons la liste des espèces déterminées dans une pêche du 13 juillet 1966 (pêche en surface à l'aide du filet n° 200 aux environs de la pleine mer par vent du nord, mer calme, temps ensoleillé ; au-dessus du gisement de la Fosse en face du chenal de Saint-Vivien ; température de l'eau 21°80 ; sédiment recueilli en 5 minutes : 10 cm^3) : *Coscinodiscus granii, Stephanopyxis turgida* et *Chaetoceros sociale* en purée ; *Eucampia, Cerataulus turgidus, Bacteriastrum, Synedra nitzchioides, Biddulphia biddulphiana, Pleurosigma sp., Rhizosolenia alata, Dinophysis tripos,* tintinnides divers, *Ceratium tripos, Peridinium oceanicum, Prorocentrum micans* et autres petits péridiniens, appendiculaires, œufs de copépodes pélagiques, *nauplii* de copépodes et de cirripèdes, larves de *Teredo sp.*, de *Mytilus edulis* L., de *C. angulata* et quelques larves de lamellibranches indéterminées.

Nous signalons enfin l'apparition assez fréquentes des « eaux rouges » dans l'estuaire de la Gironde. Dans deux cas où les eaux de la région de Royan présentaient une couleur brunâtre ou jaune orangée, P.M. Niaussat et R. Bourcart (*op. cit.*) ont attribué la coloration au dinoflagellé *Noctiluca miliaris,* organisme de plancton néritique de toutes les mers chaudes et tempérées.

En réalité, comme les auteurs l'indiquent eux-mêmes, la noctiluque confère surtout à l'eau l'aspect d'une soupe de tapioca dont elle formerait les grains et, porteuse de graisses phosphorées fortement oxydables, elle est l'agent d'une luminescence plus ou moins vive. Au cours des deux observations citées la coloration des eaux était peut-être la conséquence de l'abondance de ce dinoflagellé mais aussi de la forte densité et de la diversité des diatomées.

Les listes établies confirment nos examens planctonologiques précédemment résumés. Elles montrent d'autre part que la forte explosion de phytoplancton que nous avions signalée en mai-juin 1963 dans le bassin d'Arcachon s'était également produite avec un peu de retard dans l'estuaire girondin.

En revanche, des ostréiculteurs ont vu les eaux qui baignent les gisements ostréicoles de la rive gauche se colorer en rouge au début du mois d'août 1964 et nous avons attribué à la présence probable de dinoflagellés toxiques la mauvaise évolution des larves de *C. angulata.* Toutefois nous n'avions pu à l'époque, faire des prélèvements pour le vérifier.

Un de nos collaborateurs fut le témoin du phénomène suivant : le 11 août 1966 à 11 h 30 au-dessus du gisement de Richard à son extrémité nord-ouest, de nombreux filets rougeâtres teintaient la surface de l'eau. Ils formèrent bientôt une nappe qui s'étendait sur une longueur d'un kilomètre et une largeur de 500 m. Une pêche de plancton et un prélèvement d'eau furent faits dans cette zone.

Le 12 août nous avons examiné ces prélèvements et nous avons noté de très nombreux petits dinoflagellés parmi lesquels nous avons reconnu *Prorocentrum micans,* divers *Gonyaulax* et *Gymnodinium.*

L'étude du nannoplancton reste à faire. L'importance exceptionnelle des fixations laisse supposer l'abondance des micro-éléments qui servent de nourriture aux larves d'huîtres.

Les matières organiques dissoutes.

Nous avons étudié les variations du taux des matières organiques dissoutes en fonction de l'heure de la marée et de la profondeur en cinq stations réparties d'amont en aval de la zone des gisements de la rive gauche de la Gironde lors des prospections du « Roselys » le 10 août 1965.

Le chiffre représentant la moyenne des 20 analyses effectuées, soit 2,96, est très voisin de celui donné par les 8 prélèvements opérés en août 1957 dans les chenaux de Bélisaire et Courbey dans le bassin d'Arcachon, soit 2,72. Remarquons toutefois qu'il est obtenu par la juxtaposition de résultats très dissemblables, allant de 2,29 pour la station aval qui se rapproche le plus des conditions de salinité du bassin d'Arcachon (26,76) à 4,13 pour la station amont qui s'en éloigne le plus (22,01).

C'est pourquoi nous ne pouvons comparer les deux centres pour en apprécier l'aptitude à la culture des mollusques en nous basant sur la valeur du pouvoir réducteur de l'eau de mer. En effet les variations constatées ne sont pas dues uniquement à une densité différente de la population planctonique mais aussi au peuplement végétal plus abondant dans le bassin d'Arcachon, à la nature différente des sols, aux apports terrigènes dont le rôle paraît prépondérant en Gironde ; c'est ainsi que dans cette région le taux des matières organiques dissoutes varie en sens inverse des salinités, plus fort en amont qu'en aval mais aussi à basse mer (3,01 pour une salinité de 21,26) qu'à pleine mer (2,92 pour une salinité de 26,65) et en surface (3,15 pour une salinité de 23,44) qu'au fond (2,79 pour une salinité de 24,47).

SECONDE PARTIE

REPRODUCTION DE *CRASSOSTREA ANGULATA* LMK DANS LE BASSIN D'ARCACHON QUELQUES COMPARAISONS AVEC LES HUITRES DE LA GIRONDE

On sait, d'après Coe (1943), que la gonade primitive se forme chez les lamellibranches à partir d'un groupe de cellules germinatives rassemblées dans le tissu conjonctif près du ganglion viscéral et sur le côté ventral du péricarde ; puis apparaissent deux îlots placés symétriquement de chaque côté du corps. Ces groupements cellulaires colonisent vers l'avant dans le tissu conjonctif vésiculeux.

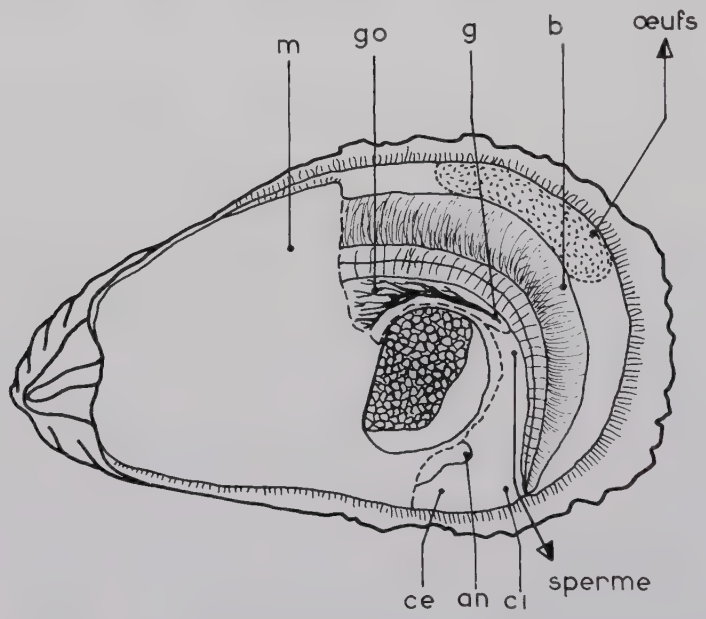


Fig. 42. — *Schéma montrant une gonade mûre de* Crassostrea *et, suivant que l'huître est mâle ou femelle, l'éjaculation du sperme ou la décharge des oocytes dans la cavité épibranchiale.* (D'après Galtsoff et Yonge.) Le lobe supérieur du manteau a été partiellement enlevé. m : manteau; go : gonade; g : gonoducte; b : branchies; cl: cloaque génito-urinaire; an : anus ; ce : courant exhalant.

Chez une huître mûre la glande génitale apparaît comme une masse blanchâtre ramifiée enveloppant comme une selle toute la masse viscérale.

Les différents follicules ramifiés aboutissent par les canaux courts des acini dans les conduits ciliés des gonoductes.

Les produits génitaux mûrs sont drainés par un canal principal de chaque côté du corps et débouchent dans un cloaque commun avec les organes de Bojanus. Chaque cloaque débouche à l'extérieur par un orifice génito-urinaire unique dans la chambre exhalante au-dessus des branchies près du point où l'extrémité de l'estomac tubulaire s'accole au muscle adducteur (fig. 42).

Les huîtres changeant de sexe au cours de leur vie, l'étude de la sexualité doit être entreprise à partir de populations et au cours de longues périodes et non pas seulement à partir d'individus isolés.

On a longtemps classé les huîtres en dioïques et larvipares comme *Ostrea edulis*, monoïques et ovipares comme *Crassostrea angulata*. Les différences entre ces deux groupes sont en réalité plus complexes.

Sparck, Orton, Cole ont montré qu'*Ostrea edulis* était hermaphrodite protandrique à sexualité consécutive rythmique.

Après les travaux d'Amenya, Coe, Galtsoff, Loosanoff... on peut considérer que les espèces du genre *Crassostrea* sont protandres alternantes : leurs cellules germinales primaires ont une potentialité ambisexuelle. Un cycle juvénile hermaphrodite se manifeste dès les premiers mois qui suivent la fixation ; les spermatogonies se développent plus vite que les ovogonies ; la phase mâle peut avorter à la fin de l'année de la fixation ou bien être retardée jusqu'au printemps selon les conditions du milieu. La différenciation puis les changements de sexe varient ensuite selon l'espèce et le lieu. De rares individus adultes présentent à la fois des gamètes mâles et femelles à maturité.

On peut donc parler, en accord avec Bacci, d'« ermafrodismo non bilanciata », et bien des problèmes restent posés.

Dans un premier chapitre nous nous efforcerons de préciser pour les huîtres portugaises du bassin d'Arcachon, accessoirement pour celles de Gironde, la nature du cycle sexuel, ses séquences, l'émission des gamètes et l'incidence des facteurs écologiques.

Dans un deuxième chapitre nous décrirons le sort des embryons après la fécondation jusqu'à la fixation.

Nous étudierons enfin dans un dernier chapitre la survie et la croissance du naissain fixé sur son support.

CHAPITRE I

GAMÉTOGÉNÈSE ET PONTE

I. — Cycle sexuel.

Nous avons étudié la sex-ratio de populations diverses de *Crassostrea angulata* et noté d'autre part les changements de sexe d'individus marqués.

A) *Sex-ratio.*

Des observations diverses furent faites occasionnellement en des stations différentes sur des sujets d'âges divers sacrifiés en cours de saison. Le sexe était déterminé par examen d'un frottis de gamètes au microscope. Ont été classées indéterminées toutes les huîtres qui n'étaient pas mûres et celles qui montraient la présence simultanée de spermatozoïdes et d'oocytes, car il pouvait s'agir de produits résiduels non complètement évacués au moment du virage sexuel. Nous avons calculé le nombre de mâles pour 100 femelles.

Les résultats globaux de ces examens au cours des années 1958 à 1963 font apparaître que :

le pourcentage des femelles est plus grand parmi les huîtres fixées sur pignots, où la sex-ratio moyenne fut de 81, que dans la population des parcs où elle fut de 122 ;

ce pourcentage est plus grand parmi les sujets de 18 mois à 2 ans (sex-ratio 81) ou chez les huîtres âgées des gisements naturels (sex-ratio 98) ;

le pourcentage des mâles est plus important chez les huîtres d'un an (sex-ratio 219) et celles de 3 à 5 ans (sex-ratio 126) ;

des variations annuelles affectent dans chaque classe d'âge les indices de sex-ratio.

Le détail de quelques observations faites en 1957, 1958, 1959 et 1960 sur des huîtres d'une même classe d'âge provenant de plusieurs zones de la baie montre des différences.

Les résultats ne sont sans doute pas assez nombreux pour être significatifs. Nous notons toutefois que la proportion de femelles semble plus importante dans la région la plus voisine de l'océan où la sex-ratio moyenne fut de 122 alors qu'elle s'éleva à 152 dans la zone saumâtre.

Les statistiques établies en additionnant les résultats échelonnés sur toute une saison pouvaient être infléchies dans un sens ou dans l'autre pour deux raisons : insuffisance du nombre d'échantillons examinés chaque fois (une cinquantaine) et éventuels changements de sexe entre deux périodes de frai.

Années fixation	Date d'examen						Moyenne
	Mai 59	Mai 60	Mai 61	Juin 62	Juin 63	Juin 64	
1963						158 (1)	
1962					121	61	91
1961				144	121	157	141
1960			224	62	86	90	116
1959		150	116	200	125	158	150
1958	151	95	152	99	147		129
1957	142	128	154	177			150
1956	205	215	123				181
1955	301	171					236
1954	198						198
Moyenne	199	151	154	136	120	125	

TABL. 13. — *Résumé des études sur la sex-ratio en fonction de l'année des examens et de l'année des fixations des huîtres.*

(1) N'ayant pas d'observations sur les huîtres d'un an en 1964, nous leur avons affecté dans le tableau la sex-ratio moyene des années précédentes, soit 158.

Année des examens	Age en années					Moyennes
	1	2	3	4	5	
Mai 1959	151	142	205	301	198	199
Mai 1960	150	95	128	215	171	151
Mai 1961	224	116	152	154	123	154
Début juin 1962	144	62	200	99	177	136
Début juin 1963	121	121	86	125	147	120
Début juin 1964		61	157	90	158	125
Moyennes	158	99	155	164	162	

TABL. 14. — *Résumé des études sur la sex-ratio en fonction de l'année des examens et de l'âge des huîtres.*

C'est pourquoi, pour plus de rigueur dans la comparaison des sujets d'âges différents, nous avons entrepris l'étude de la sex-ratio sur des lots homogènes de plusieurs centaines d'individus à la fin du mois de mai ou au début du mois de juin avant le premier frai, dès que la présence de gamètes mûrs dans les follicules de la gonade permet de déterminer le sexe avec sûreté par l'examen microscopique d'un simple frottis. Les résultats sont résumés dans les tableaux 13 et 14.

Quelle que soit l'année considérée, pour l'ensemble de la population représentée théoriquement par un stock équivalent d'huîtres des différentes classes :

1) le nombre des mâles est supérieur à celui des femelles malgré des variations difficiles à interpréter; la sex-ratio moyenne s'établit en effet à 199 en 1959, 151 en 1960, 154 en 1961, 136 en 1962, 120 en 1963 et 125 en 1964 ;

2) le nombre des mâles est prépondérant dans les groupes I, III, IV et V, le maximum étant atteint dans le groupe I en 1961, dans le groupe III en 1962, dans le groupe IV en 1959 et 1960 et dans le groupe V en 1963 et 1964 ;

3) la phase protandre de la première année s'infléchit dès la deuxième année ; c'est en effet dans la classe II (huîtres de 2 ans, dites de « 18 mois » par les ostréiculteurs) que l'on note en général le taux maximum de femelles.

Une seule exception : en 1963 ce taux est atteint dans le groupe III. Or, nous avons suivi en 1962 et 1963 la croissance de deux lots d'huîtres de 2 ans et de 3 ans sur nos parcelles expérimentales du Tès et du Cap-Ferret.

Les gains de poids au mille furent en moyenne de 14 kg pour les huîtres de 2 ans et de 12 kg pour les huîtres de 3 ans en 1962. En 1963, contrairement à l'habitude, ce furent les sujets les plus âgés qui firent la meilleure croissance : les gains furent en effet en moyenne de 9,5 kg au mille seulement pour les lots de la classe II et de 13,5 kg pour ceux de la classe III.

L'origine géographique des deux lots et les conditions de milieu en 1962 et en 1963 ayant été les mêmes pour toutes les huîtres, nous avons recherché dans leurs antécédents l'explication de l'anomalie.

Nous avons remarqué que les sujets qui avaient fait une bonne croissance étaient ceux qui avaient 2 ans en 1962 et 3 ans en 1963, c'est-à-dire qui provenaient des fixations de l'année 1960. Ils avaient été soumis au cours de l'année 1961 à des conditions particulièrement favorables et présentaient en 1962 une sex-ratio exceptionnellement basse : 62 mâles pour 100 femelles. Cette sex-ratio demeurait basse en 1963 : 86 mâles pour 100 femelles et en 1964 : 90 mâles pour 100 femelles.

Par contre les sujets de la classe II en 1963 provenaient des fixations de 1961. Ils avaient été soumis au cours de l'année 1962 à des conditions de nutrition déficitaires et présentaient en 1963 une sex-ratio nettement plus élevée : 121 mâles pour 100 femelles.

En juin 1964 cette même catégorie d'huîtres passant dans la classe III conservait une sex-ratio élevée : 157 mâles pour 100 femelles et continuait de montrer une croissance déficitaire.

Ces observations semblent démontrer que les facteurs externes (température, apport nutritionnel..) ont une influence particulièrement importante sur les huîtres au cours de la deuxième année, tant au point de vue de leur potentiel de croissance que de leur détermination sexuelle.

Pour appuyer cette hypothèse notons que les fixations de 1958 donnèrent aussi une sex-ratio inférieure à 100 en 1960 après avoir été soumises à des conditions favorables de croissance au cours de leur première année et surtout en automne 1959 au moment supposé du virage sexuel. Ces mêmes huîtres conservèrent une sex-ratio moyenne plus basse que les sujets provenant des fixations des années 1957 et 1959 qui furent suivies d'années défavorables à la nutrition et à la croissance : 1958 et 1960.

B) *Changements de sexe.*

Le 15 mai 1959 le sexe d'une centaine d'huîtres fut étudié par biopsie.

Les femelles et les mâles marqués à l'aide de la peinture sous-marine « Swancoat » furent reparqués au Cap-Ferret. 67 individus ont été repêchés et examinés le 17 septembre 1959.

Dans le lot femelle, 4 sujets sur 27 sont devenus mâles, soit 2 huîtres de 18 mois et 2 huîtres de 2 ans. Dans celui des mâles, 5 sujets sur 40 sont devenus femelles, soit 3 huîtres de 18 mois, 1 de 3 ans et 1 de 4 ans.

Au total, 9 huîtres sur 67 ont changé de sexe, soit 14 % environ.

Nous avons renouvelé l'expérience en juin 1961 sur un lot d'huîtres composé d'un mélange de 3 et 4 ans. Les prélèvements des gamètes furent opérés non plus par l'entrebâillemnt des valves, mais par un trou percé à la vrille dans la valve supérieure entre la charnière et le muscle adducteur. Ce trou fut ensuite rebouché au ciment à prise rapide.

Nous avons reparqué au Cap-Ferret dans une caisse ostréophile 598 sujets mâles et dans une autre 460 sujets femelles. Le 22 septembre, nous avons enlevé les coquilles des huîtres mortes à la suite des blessures faites au moment du prélèvement des gamètes. Nous en avons compté 193 dans le lot mâles et 106 dans le lot femelles.

Après un prélèvement de 200 mâles et de 149 femelles il restait en expérience 205 individus de chaque sexe.

Le 22 septembre 1961, dans le lôt mâle, sur 200 sujets examinés, nous avons compté 160 mâles, 31 femelles et 9 indéterminés. Le pourcentage de changement de sexe dans le sens femelle était de 16. Dans celui des femelles, sur 149 sujets, nous avons compté 115 femelles, 22 mâles et 12 indéterminés, dont 2 contenaient des oocytes résiduels et des gamètes mâles en formation. Le pourcentage de changement dans le sens mâle était de 15.

Dans ces deux lots l'existence d'individus à gonades vides pouvait laisser supposer que la phase du virage sexuel n'était pas terminée.

Nous avons attendu le 2 juin 1962 pour sacrifier les individus qui restaient en expérience. A cette date, sur les 410 sujets restant en expérience en septembre 1961 nous avons retrouvé 188 huîtres vivantes dans le lot mâle et 167 dans le lot femelle. Les 55 huîtres mortes avaient été attaquées par le bigorneau perceur *Murex erinaceus*.

Le lot mâle était ainsi composé : 63 femelles. 116 mâles et 9 indéterminés. Le lot femelle comprenait : 122 femelles, 35 mâles et 10 indéterminés.

Les indéterminés paraissaient être des sujets déficients qui s'étaient vraisemblablement trouvés entassés sous les autres dans la caisse ostréophile. Ces huîtres maigres étaient parasitées à 50 % par le flagellé *Hexamita*.

En résumé au cours de l'expérience qui s'est déroulée de juin 1961 à juin 1962 le pourcentage total des changements de sexe a été de 24 dans le lot mâle et de 18 dans le lot femelle, pourcentage établi en fonction du nombre total d'huîtres vivantes examinées le 22 septembre 1961 puis le 2 juin 1962, soit 388 dans le lot mâle et 316 dans le lot femelle.

Ajoutons que le 22 septembre 1961 les 200 huîtres du lot mâle pesaient 9 020 g et les 149 huîtres femelles 6 650 g, soit pour l'ensemble un poids moyen au mille voisin de 45 kg avec des « pousses » de l'ordre de 2 à 4 cm et que le 2 juin 1962 les 188 sujets provenant du lot mâle pesaient 9 692 g, soit un poids moyen au mille d'environ 51 kg et les 167 huîtres du lot femelle 8 873 g, soit un poids moyen au mille voisin de 53 kg.

Ces expériences nous ont permis de tirer les conclusions suivantes.

a) Le virage sexuel se produit à la fin de l'été et au début de l'automne chez les sujets dont les gonades se sont totalement vidées au cours des mois de juin, juillet, août et septembre, après avoir été le siège d'une ou plusieurs reconstitutions dans le même sexe. Ce dernier fait est confirmé par les études des stades de maturité et de croissance des oocytes que nous avons menées parallèlement.

Cette remarque concorde avec les observations de Loosanoff sur les variations saisonnières de la gonade des huîtres adultes, *Crassostrea virginica*, dans Long Island Sound. Il pense en effet que le changement de sexe a lieu pendant ce qu'il appelle l'« indifferent stage » : après cette courte période commence une nouvelle activité de gamétogénèse interrompue par l'hiver.

b) Le pourcentage des changements de sexe a été plus important dans le sens femelle au cours de l'automne 1961. Ce résultat expérimental est conforme aux données de la sex-ratio déjà exposées.

c) Le nombre d'huîtres mâles mortes à la suite des blessures de l'épithélium causées au moment des prélèvements de gamètes a été plus grand que celui des femelles.

Les conclusions énoncées ci-dessus ne sont certes pas définitives. Elles sont basées sur un assez grand nombre d'observations et sur quelques expériences qui demanderaient à être répétées sur une plus grande échelle.

La cause de l'instabilité du sexe et les facteurs qui peuvent influencer le changement de la gonade dans un sens ou dans l'autre restent inconnus.

Nous constatons toutefois qu'il y a une relation entre le métabolisme plus ou moins intense des sujets (vitesse de croissance, aptitude à guérir une blessure) et le sexe. Ce métabolisme est lui-même sous l'influence des facteurs externes de nutrition (abondance de la nourriture ou facilités plus ou moins grandes de l'absorber).

Egami, cité par Galtsoff, trouva que parmi des spécimens normaux de *Crassostrea gigas*, ceux qui grandissaient plus rapidement pendant l'automne tendaient à se développer avec un sexe femelle pendant la saison de reproduction suivante.

Nous pensons que cette action du milieu est particulièrement importante au moment de l'« indifferent stage » dans l'année qui suit la fixation, et qu'elle est déterminante au double titre du potentiel de croissance ultérieur et du pourcentage plus ou moins grand des femelles par rapport aux mâles dans la population composant cette génération d'huîtres.

Nos observations en Gironde viennent de commencer. En 1965 nous avons compté, du 14 juin au 6 août, 259 huîtres mâles pour 514 femelles et 127 indéterminées, soit une sex-ratio de 53 pour les huîtres de la classe II. Ceci est conforme aux résultats obtenus dans le bassin d'Arcachon, la classe II étant celle qui comporte habituellement le plus grand nombre de femelles. Le 28 septembre la proportion des sexes semblait s'être modifiée puisque nous comptions 40 mâles pour 45 femelles et 115 indéterminés (sex-ratio = 89), ce qui semble indiquer qu'un virage avait eu lieu dans le sens mâle pour une partie des individus dont la gonade s'était vidée entièrement avant cette date.

II. — Développement des gonades et ponte (statistique et écologie).

Des observations ont été faites sur le développement des gonades du genre *Crassostrea*. Korringa (1952) cite les travaux de Cleland sur la cytologie de l'oogénèse chez *Crassostrea commercialis*. Loosanoff (1942) a donné une description claire, illustrée de microphotographies des changements saisonniers de la gonade de *Crassostrea virginica* dans Long Island Sound : le stade latent hivernal, le développement des follicules au printemps, leur ramification et leur anastomose lorsque la température s'élève et la disparition du tissu conjonctif vésiculeux et des réserves de glycogène.

Or tous ces phénomènes sont très exactement comparables à ceux que décrit Bargeton (1942) pour *Crassostrea angulata* de la région charentaise dans son étude sur les remaniements du tissu conjonctif vésiculeux au cours de la formation des produits génitaux. Nous pouvons les résumer de la manière suivante :

de février à mi-avril il y a réduction marquée du tissu conjonctif qui prend un aspect réticulé et lacunaire ; l'épithélium germinatif pousse des digitations dans la zone des gonades et les premières cellules sexuelles s'y différencient ;

à la mi-avril le tissu conjonctif se développe concurremment aux follicules génitaux ; les cellules de Leydig enserrées dans les mailles de la trame conjonctive sont denses et riches en glycogène :

d'avril à juillet, c'est la période de maturité sexuelle, les spermatozoïdes s'amassent en gerbes et les oocytes grossissent dans les follicules ; le tissu conjonctif vésiculeux disparaît alors totalement ; chez une huître mature il se réduit à quelques massifs cellulaires enserrés par les éléments génitaux et le plus souvent creusés d'une lacune sanguine.

A) *Les gonades.*

Nous n'avons pas entrepris l'étude cytologique systématique de la gamétogénèse dans le bassin d'Arcachon, mais seulement tenté une étude statistique basée sur l'examen macroscopique du développement des glandes génitales et la croissance des oocytes, étayée par l'observation de quelques coupes histologiques (fig. 43).

Nous avons ensuite essayé de déterminer le rôle des facteurs écologiques sur le déroulement des phénomènes décrits.

Echelle des stades du développement de la gonade. Diverses méthodes ont été proposées pour exprimer numériquement l'état sexuel de nombreux individus sur une longue période.

Avec Lubet, en 1957, nous avions adopté l'échelle proposée pour *Mytilus edulis* L. par P.M. Chipperfield (1953). Nous l'avons ensuite légèrement modifiée en précisant surtout l'aspect macroscopique de la glande génitale et en nous rapprochant de la classification empirique adoptée par Vilela (1954) et Marteil (1960).

Stade 1 : début de la gamétogénèse ; multiplication des gonies ; apparition des follicules qui recouvrent au plus la moitié de la masse viscérale. Il est difficile d'obtenir des gamètes même par forte pression sur la gonade.

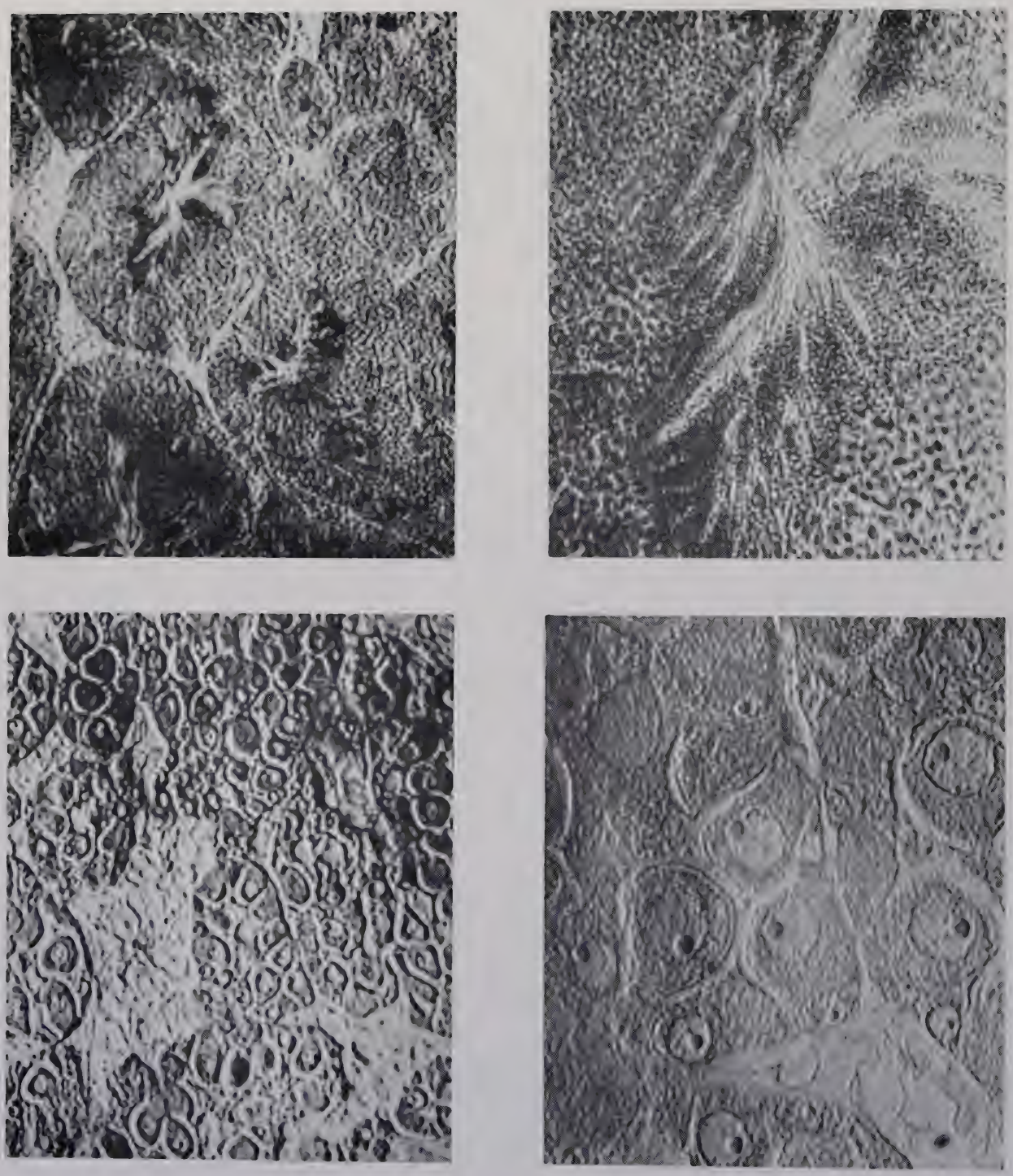


FIG. 43. — *Coupes histologiques.* En haut, à gauche : follicules mâles insérés dans le tissu conjonctif (× 80); à droite : portion d'une gonade mâle, spermatozoïdes au centre (× 80). En bas, à gauche, follicules femelles insérés dans le tissu conjonctif (× 80); à droite : portion d'une gonade femelle, oocytes (× 480)

Stade 2 : les follicules sont bien développés et recouvrent entièrement la glande digestive mais les gamètes ne sont pas mûrs, on les obtient par pression modérée, mais leur dissociation est difficile.

Stade 3 P : état moyen de réplétion de la gonade, gamètes abondants et facilement dissociables.

Stade 3 H : état maximum de réplétion de la gonade ; elle est hypertrophiée ; une épaisse couche blanc crème enveloppe la masse viscérale ; les gamètes sont très abondants et obtenus par pression très légère.

Stade 4 : il y a régression du volume de la gonade dont la coloration devient jaunâtre ; la glande digestive est visible, dans la partie antérieure notamment; les gamètes sont moins abondants; ce stade correspond ou à une déplétion partielle de la gonade, ou à un stade de restauration entre deux émissions successives.

Stade 5 : la déplétion est presque complète ; l'animal est d'apparence « maigre » bien que l'on distingue encore quelques follicules ; nous confondons ce stade avec le stade 0 du repos sexuel.

La maturité est atteinte au stade 3 P. Elle est maximale et entre dans la phase instable au stade 3 H.

La ponte et l'éjaculation ont lieu entre les stades 3 H et 4 ou bien entre 4 et 5 : il s'agit de frais partiels. L'émission est totale lorsque l'on passe directement des stades 3 H à 5.

Evolution des poids de chair. Le degré du développement sexuel peut aussi être mesuré par l'estimation de l'épaisseur de la gonade. Cette méthode a été utilisée par plusieurs laboratoires des Etats-Unis .

Galtsoff (1964) indique que pour toutes les *Crassostrea* le maximum d'épaisseur de la gonade est obtenu avant le début du frai et qu'il est plus grand chez les huîtres des latitudes nordiques. Cette différence est due au fait que la saison de reproduction ne dure que 4 à 6 semaines pour ces populations tandis que la gamétogénèse et la ponte continuent pendant de longs mois dans les eaux chaudes du sud. Dans les deux groupes la capacité annuelle de reproduction serait du même ordre mais le volume de la gonade mûre atteint un plus grand développement chez les huîtres qui ne fraient qu'une fois dans l'année.

Tenant compte du peu d'informations que donne la littérature sur ce sujet et de l'importance qu'il présente tant en ce qui concerne la propagation de l'espèce elle-même que vis-à-vis du développement d'autres formes aquatiques qui se nourrissent des œufs et des larves des lamellibranches, annélides polychètes, crustacés, poissons (*Clupeidae* en particulier), Loosanoff (1965 b) a publié les résultats d'observations effectuées de 1937 à 1956 sur la gamétogénèse et la ponte des huîtres de Long Island Sound et ses fluctuations saisonnières et annuelles. Sa méthode d'estimation des quantités relatives de gamètes accumulées puis libérées dans le milieu ambiant est également basée sur la mesure de l'épaisseur de la gonade (Loosanoff et Engle, 1942).

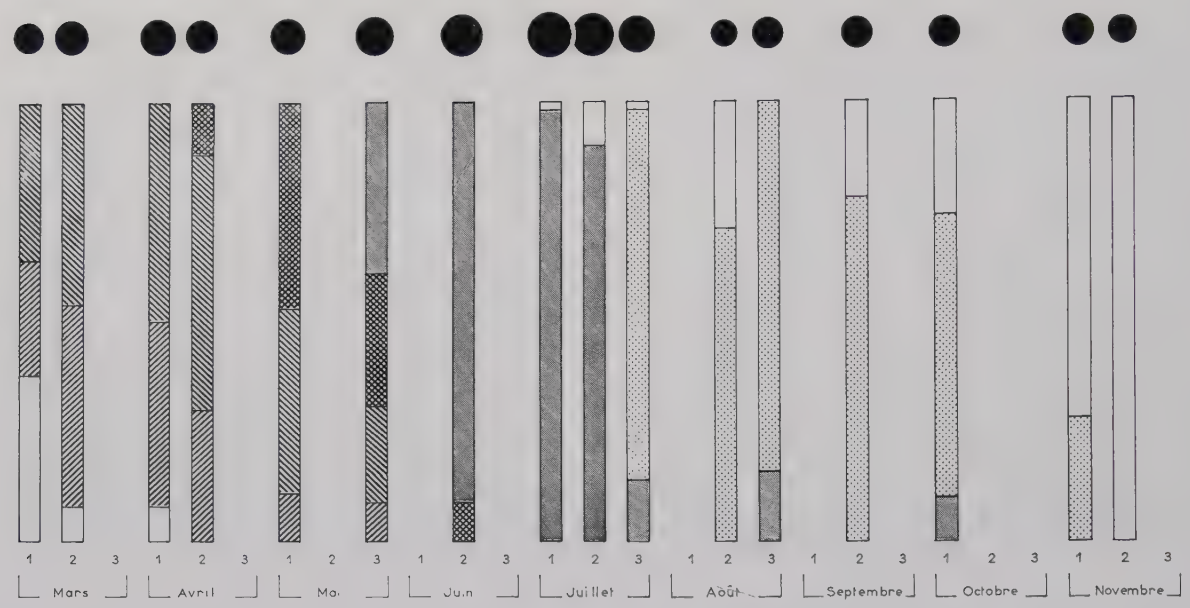
Bien que nous n'ayions pas adopté cette méthode, c'est aussi à une analyse statistique que nous nous sommes livré et nous serons donc amené à comparer nos résultats avec ceux obtenus par Loosanoff sur *C. virginica.*

Nous avons suivi l'évolution des poids de chair : en effet poids et volumes du mollusque sont fonction de la maturité de la gonade pendant la saison de reproduction ; dans les expériences de Galtsoff les glandes mûres représentaient 31,2 à 40,7 % du poids total du corps et 32,8 à 33,4 % de son volume. Etant donné que les lots expérimentaux que nous avons suivis n'étaient jamais composés de sujets absolument semblables et qu'ils avaient fait une croissance pendant la durée des essais, nous avons établi et étudié le rapport poids de chair égouttée/poids de coquilles au cours des années 1958 et 1959. Nous nous sommes vite aperçu que cet indice ne rendait compte que très imparfaitement de l'état réel de réplétion des gonades. En effet l'eau d'imprégnation des tissus n'étant pas éliminée, elle entrait pour une part importante dans le « poids vif ». Aussi à partir de 1960 avons-nous suivi l'index de condition ou coefficient de qualité (Korringa, 1955) donné par la formule : $K = 1\,000 \times$ poids sec du mollusque (en g)/Capacité intervalvaire (en ml).

Croissance des oocytes. A l'occasion des examens précédents nous avons prélevé des gamètes par pression sur la gonade dans une huître femelle de chaque stade. Sur frottis, les oocytes ont été mesurés dans leur plus grand diamètre. Tenant compte du nombre des femelles dans les divers groupes de maturité, nous avons établi les pourcentages d'oocytes par classes de 10 en 10 microns.

Nos examens : stades de la gamétogénèse, variations de l'index de condition, taille des oocytes, ont porté sur près de 15 000 individus prélevés, à raison tantôt de 100, tantôt de 50, en plusieurs stations en période de vives-eaux.

Les résultats sont représentés, pour l'année 1962, sur les figures 44 et 45.



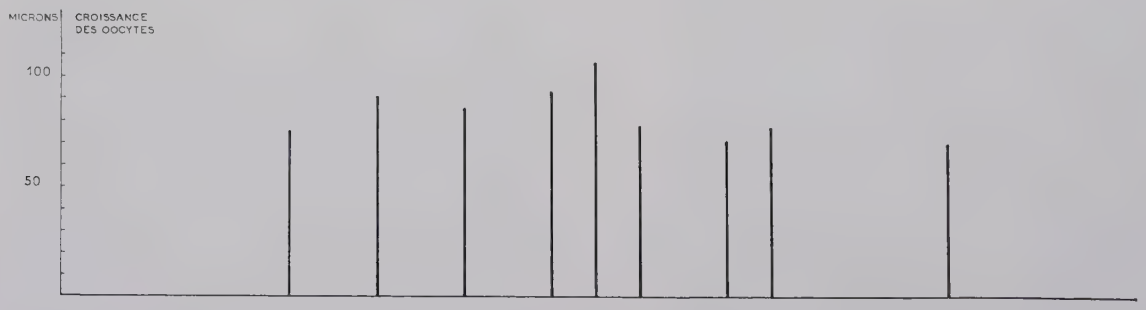
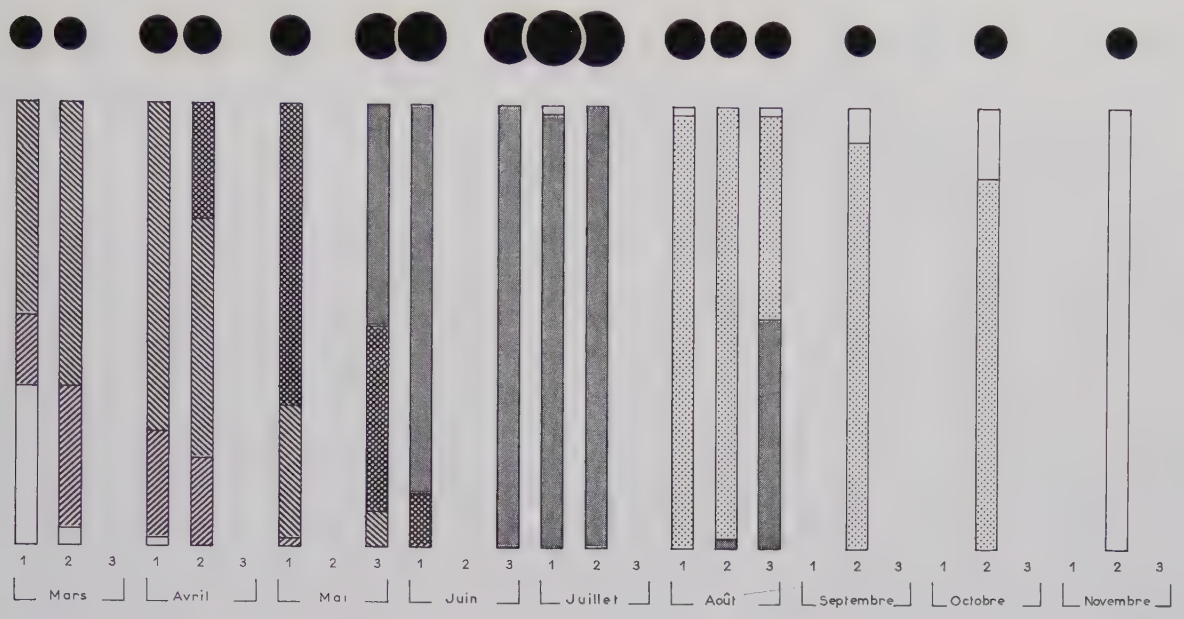


FIG. 44. — *Evolution de la gamétogénèse chez des huîtres de 3 ans, du Tès, en* 1962 : stades 0 (blanc), 1 (hachures de droite à gauche), 2 (hachures de gauche à droite), 3P (quadrillé), 3H (grisé), 4 (pointillé). L'index de condition K est figuré par des cercles noirs dont le plus petit correspond à 43 et le plus grand à 120.

B) *Processus printanier.*

Nous constatons d'une façon très générale que les premières phases de la gamétogénèse caractérisées par les stades 1 et 2 se déroulent dans le bassin d'Arcachon pendant les mois de mars et d'avril. On assiste à l'organisation des follicules, à la multiplication des gonies, à l'accroissement du volume des gonades. Il nous est difficile de suivre avec précision, par le seul examen macroscopique, le début de ce processus. Plus ou moins précoce, il suit en général le réchauffement printanier des eaux de la baie dont la température moyenne inférieure à 8° en janvier et février, devient supérieure à 10° en mars. Exceptionnellement ce réchauffement ne se produit que dans le courant ou à la fin du mois de mars (1963, 1964, 1965).

Pour mettre en évidence d'une façon systématique les variations du développement sexuel selon les stations au cours des années nous avons comparé les dates auxquelles le pourcentage d'huîtres au stade 3 H atteint son premier maximum. Les conclusions suivantes peuvent être tirées de cette comparaison.



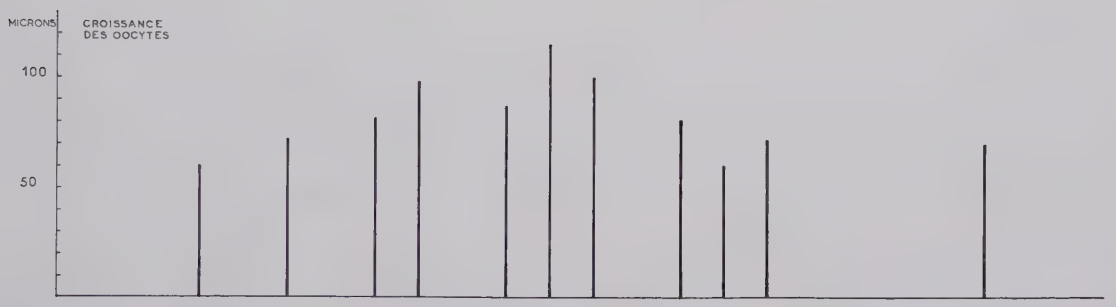


FIG. 45. — *Evolution de la gamétogénèse chez des huîtres de 3 ans du Cap-Ferret, en* 1962 : stades 0 (blanc), 1 (hachures de droite à gauche), 2 (hachures de gauche à droite), 3P (quadrillé), 3H (grisé), 4 (pointillé). L'index de condition K est figuré par des cercles noirs dont le plus petit correspond à 53 et le plus grand à 160.

a) ***Dates des premiers maximums du stade 3 H.*** Les huîtres des différentes stations ne parviennent que rarement ensemble à maturité ; ce fut le cas le 20 juin 1958.

Au cours d'une même année les sujets provenant des pignots et des stations océaniques sont plus précoces. Par exemple : en 1959 les huîtres de pignots étaient mûres dès le 25 mai, celles des stations océaniques le 9 juin et celles de l'intérieur du bassin le 22 juin seulement. De même les lots du Cap-Ferret atteignaient la maturité aux dates successives suivantes au cours des années 1960, 1961, 1962, 1963, 1965 : les 13 mai, 15 juin, 21 juin, 24 juin, 17 juin ; tandis que ceux du Tès n'y parvenaient que les 23 mai, 26 juin, 7 juillet, 8 juillet, 29 juin.

D'une année à l'autre des écarts importants sont enregistrés pour les individus d'une même station. Les variations annuelles vont dans le même sens de la précocité ou du retard pour l'ensemble de la population, mais les écarts sont plus ou moins accentués en telle ou telle zone.

La rapidité du développement sexuel ne paraît pas être fonction de l'âge. C'est ainsi que des sujets de 18 mois de la zone océanique arrivaient à maturité les 2 juin 1962 et 24 juin 1963 tandis que les huîtres de 3 ans y parvenaient les 21 juin 1962 et 24 juin 1963. Dans les stations intérieures individus jeunes et âgés atteignaient le stade 3 H aux mêmes dates : les 7 juillet 1962 et 8 juillet 1963.

b) ***Pourcentages de sujets mûrs.*** Ils sont toujours plus forts parmi les sujets élevés sur pignots : 100 contre 90 sur parcs en 1959 ; et dans les zones les plus proches de l'océan : 100 contre 88 dans les stations intérieures en 1960, 100 contre 80 en 1963.

Ils ont été particulièrement faibles en toutes régions du bassin en 1965 : 78 au Cap-Ferret et 10 seulement au Tès.

En résumé, le stade de maturité sexuelle atteint un premier maximum dans le bassin d'Arcachon au cours de la période mai-juillet.

Au terme des processus de printemps les huîtres ont atteint le stade de maturité que l'on pourrait appeler instable.

Chez les mâles les follicules renferment seulement des spermatozoïdes et l'on ne trouve plus ni spermatocytes ni spermatogonies mais certaines zones des parois conjonctives des follicules renferment des amas de spermatogonies.

L'évolution chez les femelles a été la suivante : les oocytes ont perdu l'allure hexagonale des cellules comprimées dans les follicules. Faiblement enracinés sur la paroi conjonctive ils ont pris une allume pyriforme. Du mois de mars au mois de juin nous notons chaque année la régression des « petites classes » inférieures ou égales à 50 microns et l'augmentation simultanée des grandes classes. Dès le mois de mai les catégories 80, 90 et 100 prédominent dans un stock qui comprend des éléments allant de 60 à 170 microns. La vésicule germinative mesure de 40 à 60 microns, le nucléole principal a un diamètre compris entre 6 et 15 microns. Les nucléoles secondaires sont de moindre importance (2 à 4 microns). Chez les animaux prêts à pondre, les contours de la vésicule germinative s'estompent et le nucléole principal perd ses affinités tinctoriales.

Pour comparaison voici les tailles que donne GALTSOFF des oocytes dans les gonades mûres de *Crassostrea virginica* : 55 à 75 microns dans la plus grande longueur, 35 à 55 microns en largeur ; le diamètre du noyau varie de 25 à 40 microns. Les oocytes sont donc plus gros chez *C. angulata* que chez *virginica*.

Malgré l'état de réplétion maximum qui comprime fortement et rend peu apparentes les limites des follicules il existe, en certaines zones, des travées de noyaux ; parmi ces cellules nous rencontrons de jeunes oocytes dépassant rarement 20 microns de diamètre et surtout des oogonies. Le tissu conjonctif vésiculaire a complètement disparu entre les follicules.

D'autre part nous avons observé que la taille des oocytes n'est pas influencée par la taille et l'âge de l'huître.

LOOSANOFF (1965 a) fait la même remarque concernant les oocytes de *Crassostrea virginica* après la ponte. Il donne l'exemple suivant : les œufs pondus par des huîtres de plus de 22 cm mesuraient 50,4 microns tandis que ceux provenant de jeunes femelles de 7 à 10 cm avaient une longueur de 51 microns.

Nous avons comparé le développement de cette première phase sexuelle à Arcachon et en diverses régions ostréicoles.

a) Il est nettement plus lent dans les rivières du littoral du Morbihan où la maturité n'est acquise qu'à la fin du mois de juin, en juillet et en août (MARTEIL, 1960) ; en 1958 elle était atteinte en rivière de Pénerf le 1er juillet et dans le bassin d'Arcachon le 20 juin.

b) Il est un peu plus lent pour les huîtres de la rive gauche de la Gironde. En 1965 la maturité y était acquise le 28 juin comme dans la zone du Tès.

Dans cette région comme dans le bassin d'Arcachon les pourcentages atteints vont en diminuant de la zone aval vers la zone amont plus dessalée :

zone aval Le Verdon : 97 %; zone intermédiaire Le Cheyzin : 91 %; zone amont Mon Désir : 39 %

Au Verdon et au Cheyzin ces pourcentages ont été supérieurs à ceux obtenus à Arcachon (respectivement 78 et 10 au Cap-Ferret et au Tès).

c) Ce développement est plus rapide au Portugal où le premier maximum de sujets mûrs est atteint en mai (Vilela, 1954).

c) *Rôle des facteurs écologiques.*

Températures. Loosanoff et Davis (1952) ont étudié en laboratoire les températures requises pour la maturation des gonades des huîtres (*Crassostrea virginica*) de la côte nord-atlantique des Etats-Unis d'Amérique. De leurs expériences nous avons retenu les conclusions suivantes :

la température de 10° est proche du zéro biologique de l'activité gamétogénétique ;

à 15°8 la maturation des gonades et le frai des huîtres des deux sexes peuvent être acquis ;

le développement sexuel n'est pas le même pour toutes les huîtres soumises à des conditions semblables ;

la maturation des mâles intervient en général avant celle des femelles ;

le temps moyen requis pour que 50 % des huîtres montrent des gamètes mûrs varie de 26,5 jours à 15° à 4,9 jours à 30° ;

la quantité du frai produit est fonction du taux de glycogène contenu dans les huîtres au début du processus de la gamétogénèse.

Nos observations confirment le rôle joué par la température dans les premières phases du cycle sexuel de *Crassostrea angulata*.

a) Le retard constaté dans les rivières bretonnes par rapport à la baie d'Arcachon s'explique par la différence des températures moyennes dans les deux régions. En effet les températures moyennes de l'eau et de l'air sont, en Morbihan, dans un rapport de 1,13 et à Arcachon de 1,07. Or les différences des moyennes mensuelles des températures de l'air entre les deux régions sont constamment à l'avantage d'Arcachon du mois de janvier au mois d'avril, soit : + 0°47 en janvier, + 0°60 en février, + 2°40 en mars, + 1°60 en avril.

b) De même les températures de l'eau du bassin d'Arcachon sont légèrement plus élevées que celles qui règnent au-dessus des gisements de la rive gauche de la Gironde, soit en 1965 : + 2°03 en janvier, + 2°20 en février, + 0°31 en mars, + 0°62 en avril.

c) Nous avons vu que les premiers stades du développement sexuel ne se rencontrent à Arcachon que lorsque la température de l'eau a dépassé 10°. Il en est de même dans le Tage où cette température est atteinte dès le mois de janvier. Les différences entre la moyenne générale des températures de l'eau à Arcachon et les températures moyennes du Tage, à Rosario en 1954, ont été les suivantes : — 2°42 en janvier, — 4°26 en février, — 3°57 en mars, — 1°84 en avril.

Année	T° air Janvier-Avril	T° eau Eyrac Janvier-Avril	Date de la première maturité au Cap Ferret
1957	+ 2°32	+ 0°99	du 22 mai au 1er juin
1958	+ 1°67	— 2°50	20 juin
1959	+ 3°66	+ 2°70	25 mai
1960	+ 3°59	+ 2°42	13 »
1961	+ 6°63	+ 4°82	15 juin
1962	— 1°69	— 5°26	21 »
1963	— 2°51	— 5°65	24 »
1965	— 3°63	— 0°75	17 »

Tabl. 15. — *Corrélation entre la température des premiers mois de l'année et la maturité sexuelle.*

d) Le tableau 15 montre qu'il existe une correspondance entre les dates de pourcentage maximum des stades 3 H dans les stations océaniques et la somme des écarts des températures moyennes avec la normale de janvier à avril, *sauf en ce qui concerne 1961.*

Les années précoces ont été 1957, 1959 et 1960 qui présentent des écarts positifs compris entre + 0°99 et + 2°70 pour l'eau de mer, entre + 2°32 et + 3°66 pour l'air. Les années tardives ont été 1958, 1962, 1963 et 1965, qui présentent des écarts négatifs compris entre — 0°75 et — 5°65 pour l'eau de mer et des écarts compris entre + 1°67 et — 3°63 pour l'air.

e) Nous avons déjà montré que les températures de l'eau de mer dans le bassin d'Arcachon décroîssent d'une façon générale de l'ouest vers l'est d'octobre à mars et s'équilibrent en avril. Ceci explique en partie la précocité et les forts pourcentages de maturité obtenus dans la zone la plus proche de l'océan.

f) L'avance dans le Tage est due au contraire à des températures hivernales et printanières plus élevées.

Le facteur température ne saurait toutefois à lui seul expliquer les variations constatées entre les sujets de plusieurs stations tant en ce qui concerne la date que le pourcentage maximum parvenant à maturité : cas de 1961, observations sur les huîtres de pignots, etc...

Salinités. MARTEIL (1960) notait qu'une légère dessalure des eaux favorisait, à température égale, un développement plus rapide des gonades de *Crassostrea angulata* ; la gamétogénèse des huîtres du Morbihan s'était déroulée de mars à juillet pour des températures comprises entre 10 et 18° et des salintés variant entre 26 et 35, le plus souvent comprises entre 29 et 33 ‰.

Dans le bassin d'Arcachon la gamétogénèse se déroule de mars à juin pour des températures du même ordre et des salinités plus basses variant entre 25 et 32 le plus souvent inférieures à 30 ‰. A l'intérieur de cette échelle d'observations nous avons constaté que la température était le facteur prépondérant puisque le pourcentage des huîtres à gonades mûres culminait toujours plus tôt dans les stations plus chaudes voisines du Cap-Ferret que dans la zone intérieure de la baie.

Il semble même qu'au-dessous de la limite de 25 ‰ l'abaissement de la salinité provoque un retard dans la maturation. C'est ainsi que s'explique la date tardive de la première maturité en 1961 : le 15 juin. En effet la somme des écarts des températures moyennes avec la normale de janvier à avril (+ 4°82) laissait prévoir qu'elle serait atteinte avant le 15 mai. Or une comparaison des salinités moyennes (tabl. 5) montre une diminution brutale au cours de l'hiver et du printemps 1961. Une diminution semblable avait eu lieu en 1955 ; elle avait eu aussi pour conséquence de retarder la première maturité : nous n'avions pas suivi les étapes de la gamétogénèse en 1955, mais nous n'avions décelé le premier maximum de larves que le 28 juin alors qu'en fonction des températures nous l'attendions pour le 22 juin environ.

En Gironde comme dans le bassin d'Arcachon nous avons constaté enfin que le taux des sujets mûrs diminue au fur et à mesure que s'abaissent les salinités des stations prospectées, de l'aval à l'amont.

En conclusion nous croyons pouvoir avancer que pour des températures comprises entre 10 et 18° les conditions de salinité les plus favorables à la maturation de *Crassostrea angulata* de nos régions sont comprises entre 25 et 30 ‰.

En 1952 LOOSANOFF montrait que le développement des gonades de *Crassostrea virginica* pouvait se faire normalement à des salinités très basses de l'ordre de 7,5 ‰. D'une façon très générale ceci confirme que l'huître de Virginie s'accommode de salinités plus basses que l'huître portugaise. D'autre part il convient de remarquer que, dans la nature, les crues ne provoquent pas seulement une diminution de la salure mais aussi qu'elles augmentent considérablement la turbidité, et la nutrition des huîtres en est perturbée. Chez *Crassostrea virginica*, LOOSANOFF a montré qu'une concentration de 0,1 g/l réduisait de 40 % son taux de filtration. En 1961 nous avons eu l'illustration d'un phénomène semblable : à la suite des crues les eaux du bassin sont devenues turbides et les huîtres restèrent maigres.

Nutrition. Ainsi sommes-nous amené à étudier le rôle de la nourriture et de son utilisation pour l'accumulation des réserves requises pour la gamétogénèse.

Elles sont vraisemblablement responsables des différences importantes notées entre les sujets fixés sur pignots et élevés sur parcs en zone océanique et au Tès. En effet les huîtres fixées sur pieux sont soumises aux mêmes conditions de température et de salinité que celles élevées sur le sol. D'autre part les pourcentages de maturité les plus forts sont atteints dans les populations où la croissance est la meilleure.

Dans le premier chapitre nous avons étudié les sources de nourriture et noté que le phytoplancton était plus riche à l'ouest pendant la période de la gamétogénèse (janvier-avril) grâce aux apports pélagiques, tandis qu'une flore locale se développait de juin à septembre dans les eaux moins salées.

Toutefois cette observation n'explique pas les différences constatées entre les sujets suspendus et parqués. Leroux (1956) a montré que les contenus stomacaux des huîtres de pignots étaient moins riches que ceux des huîtres au sol. D'autres formes d'alimentation interviennent, que nous avons commencé à étudier : nannoplancton, matières dissoutes, mais il nous semble que le facteur « assimilation » soit dans le cas de l'élevage suspendu aussi important que celui de la quantité de nourriture disponible et ingérée ; ainsi fixées au-dessus du niveau des parcs où les vases sont remises en suspension à chaque retour de la marée, les huîtres trouvent les conditions les plus favorables à l'utilisation des éléments mis à leur disposition.

En conclusion dans le bassin d'Arcachon et en Gironde, pour des salinités comprises entre 25 et 30 ‰ le développement sexuel des huîtres portugaises est favorisé par des températures élevées, la richesse du milieu en nourriture, les conditions d'élevage de l'huître qui facilitent plus ou moins ses possibilités d'alimentation. Des salinités inférieures à 25 ‰ perturbent cette première phase de la gamétogénèse.

C) *Processus estival.*

La maturité est suivie de l'émission des gamètes qui peut être partielle ou totale ; d'autre part la gonade est le siège de phénomènes de reconstitution précédant de nouvelles périodes de frai.

L'étude statistique menée à partir des stades macroscopiques, de l'index de condition et de la taille des oocytes permet d'établir la durée moyenne et l'importance des principales étapes du cycle sexuel et de repérer les dates probables d'émissions.

Durée de la période de maturité sexuelle et généralité sur l'évolution des gonades. Nous avons considéré que la période de maturité s'étendait depuis la date d'apparition du pourcentage maximum d'huîtres « très pleines », jusqu'au moment où, ces dernières ayant disparu, le nombre des sujets « vides » est en augmentation et les stades 4 en diminution continue. Il arrive en effet que des produits résiduels subsistent tardivement dans les follicules des glandes génitales de quelques individus ; ces sujets sont classés au stade 4 mais il n'y a plus de reconstitution : les produits non émis se résorbent ; les oocytes présentent alors souvent des signes de nécrose.

Plusieurs exemples nous montrent que le cycle est plus long pour les sujets fixés sur pieux et ceux des stations océaniques dans le bassin d'Arcachon. En 1958 il s'étend pour ces deux catégories sur 131 jours, du 20 juin au 28 octobre, et pour les huîtres de la zone intérieure sur 99 jours seulement, du 20 juin au 26 septembre. En 1960 il dure 140 jours, du 13 mai au 29 septembre, au Cap-Ferret et 130 jours, du 23 mai au 29 septembre, au Tès. En 1965 sa durée est réduite à 74 jours à l'ouest, du 17 juin au 29 août et à 62 jours à l'est, du 29 juin au 29 août.

Par contre le processus de reproduction des huîtres de la Gironde qui débuta à la même date que celui de la zone intérieure du bassin d'Arcachon en 1965, se prolongea plus tardivement ; il s'étendit du 28 juin au 25 novembre sur 151 jours dans les zones aval et intermédiaire du Verdon et du Cheyzin, et du 28 juin au 28 septembre sur 93 jours dans la zone amont de Mon Désir.

Le nombre de jours nécessaires pour achever la réduction de la gonade varia de 14 en 1944 jusqu'à 41 en 1956 pour *C. virginica* de Long Island Sound (Loosanoff, 1965 b). A Arcachon il fut en moyenne de 113 (zone océanique) et de 98 (zone intérieure) au cours de 7 années d'observations.

Pendant cette longue période des phénomènes de restauration plus ou moins importants s'intercalent entre des émissions momentanées ou prolongées des gamètes. Toutefois le taux des huîtres à gonades très pleines atteint rarement au cours de l'été le taux du premier maximum de printemps. Il en va de même de l'index de condition. Au cours de 5 années d'observations l'index maximum correspondant à l'épaisseur maximale de la gonade fut atteint entre le 17 mai et le 17 juillet ; la date moyenne fut le 12 juin pour les sujets de l'intérieur de la baie et le 26 juin pour ceux des stations océaniques. La date moyenne pour l'ensemble des huîtres du bassin se situe aux environs du 19 juin, c'est-à-dire plus tôt que pour *C. virginica* de Long Island Sound qui atteignaient leur réplétion maximale le 4 juillet. Durant ces mêmes années l'index maximum varia de 53 à 160. Il fut en moyenne de 79 au Tès et de 120 dans la région du Cap-Ferret. Sa moyenne générale fut de 100.

Nous pouvons donc conclure *à la diminution progressive du volume de la gonade.*

De même les tailles des oocytes obtenues en juin-juillet sont en général les plus grandes (fig. 46). Ajoutons que l'examen d'animaux mûrs (stade 3 H) et venant de pondre (stades 4 et 5) ne révèle pas de différences sensibles dans la répartition par tailles des oocytes mais seulement une diminution de ceux compris entre 70 et 100 microns. Cette constatation montre que, au fur et à mesure de la disparition des gamètes formés pendant le printemps, les jeunes cellules restées jusque-là à l'état de repos, évoluent. Toutefois contrairement à ce que l'on constate chez d'autres mollusques (*Mytilus edulis* L. par ex.) les nouvelles étapes de la gamétogénèse ne compensent jamais la perte des premiers éléments formés.

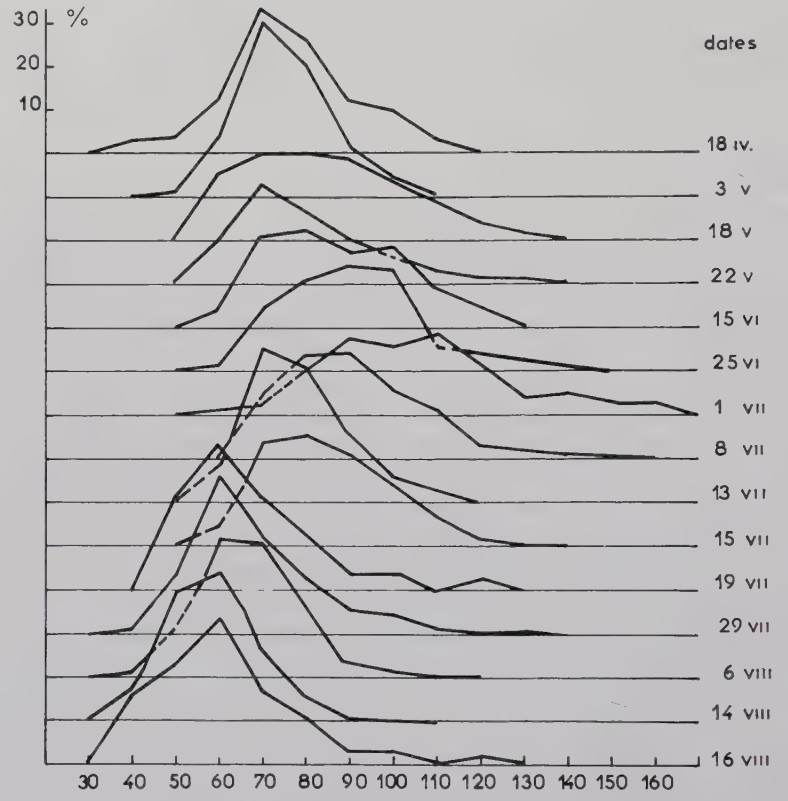


FIG. 46. — *Taille des oocytes en classes de 10 en 10 microns. Evolution des pourcentages des oocytes de chaque classe au cours d'une saison de reproduction.*

Emissions et phénomènes de restauration. Intensité. Périodicité. Pour suivre en cours de saison le développement des pontes et des restaurations de la gonade nous n'avons pas considéré en valeur absolue le nombre des huîtres en frai. Nous avons préféré mettre en évidence d'une date d'examen à la suivante, l'accroissement du pourcentage des stades vides et partiellement vides, c'est-à-dire, compte tenu de la définition précédemment donnée des stades macroscopiques de la gamétogénèse des stades 5 d'une part et d'autre part des stades 4, à condition de soustraire de ces derniers une éventuelle diminution simultanée des stades 5. Les périodes de restauration des gonades correspondent au contraire à une diminution des sujets vides 5 et partiellement vides 4, à condition de soustraire de ces derniers une éventuelle hausse simultanée des 5. De cette façon nous mettons en évidence non seulement le rythme des pontes et de la reconstitution des gonades, mais encore leur importance relative.

Les résultats de cette étude peuvent être résumés de la manière suivante .

a) L'âge des reproducteurs ne paraît pas en cause dans la plus ou moins grande précocité des pontes.

b) Dans le bassin d'Arcachon au cours de 7 années d'observations il y a eu en moyenne au moins 4 périodes d'émissions et 3 phases de restauration pour les individus fixés sur pieux, 3 périodes d'émissions et 2 phases de restauration pour les huîtres élevées sur le sol.

En Gironde en 1965 nous avons noté 2 périodes d'émissions et 1 phase de restauration.

c) Nous avons enregistré pour 100 sujets en cours de saison 254 pontes dont 111 totales chez les huîtres de pignots ; 208 pontes dont 110 totales chez les huîtres de parcs du bassin d'Arcachon ; 117 pontes dont 100 totales chez celles des lotissements de la rive gauche de la Gironde.

Nous avons noté pendant le même temps 137 reconstitutions partielles ou totales des gonades chez les huîtres de pignots, 55 chez les huîtres de parcs du bassin d'Arcachon et 5 seulement chez celles de la Gironde.

Ces observations peuvent se traduire ainsi : en cours de saison, en élevage suspendu, un même animal libère ses gamètes en 2 ou 3 fois jusqu'à vidange totale de sa gonade, après avoir procédé au moins une fois à sa reconstitution. Pour 11 sujets sur 100, la vidange totale s'est produite 2 fois et pour 37 d'entre eux il y a eu double phase de restauration.

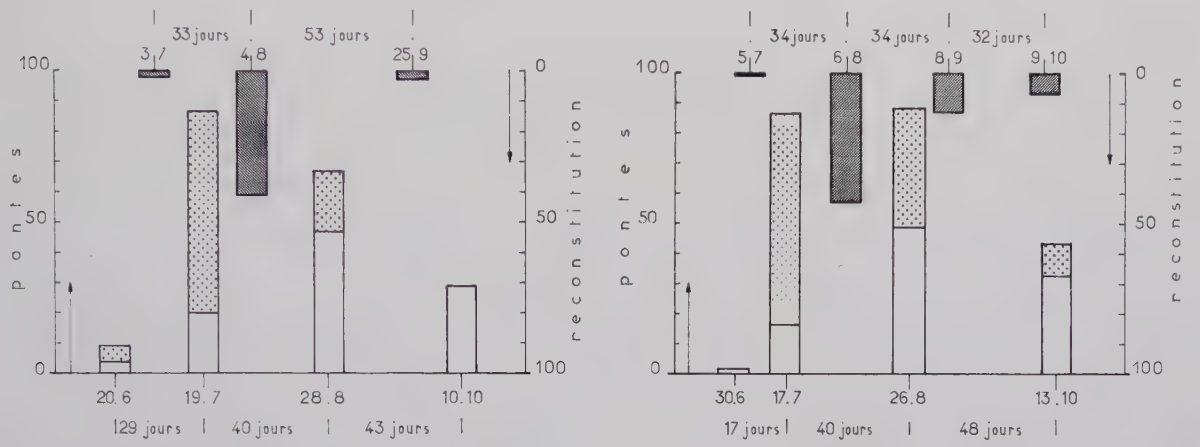


Fig. 47 et 48. — *Périodicité et intensité des émissions et des phases de restauration des huîtres du bassin d'Arcachon, pour les zones est* (à gauche) *et ouest* (à droite). Stades partiellement vide (pointillé), vide (blanc), de restauration (grisé).

En élevage à plat dans le bassin d'Arcachon un même animal libère ses gamètes en 2 fois ou plus jusqu'à vidange totale de la gonade ; 55 individus sur 100 seulement la reconstituent une fois. Pour 10 d'entre eux la vidange totale s'est produite deux fois. En Gironde, en 1965, un même animal a libéré ses gamètes en une, parfois en deux fois jusqu'à vidange totale de sa gonade ; 5 sur 100 seulement ont procédé à sa reconstitution en cours de saison.

d) Dans le bassin d'Arcachon, en ce qui concerne les huîtres de 3 ans élevées sur le sol, au cours de 7 années d'observations les dates d'apparition des stades 4 et 5 puis celles des pontes maximales ainsi que leurs taux ont varié selon les années et les stations.

L'émission la plus importante se situe la 3e semaine de juillet avec des taux moyens de 87 % en zone intérieure et 86 % en zone océanique, mais le plus grand nombre de stades vides est atteint fin août avec 47 % de vidanges totales en zone intérieure et 59 % en zone océanique ; de plus, jusqu'à la mi-août, la ponte est meilleure dans la partie orientale du bassin et ensuite dans la partie océanique où s'observe un taux plus élevé des gonades restaurées (fig. 47 et 48).

L'étude du processus estival nous a amené à tirer un certain nombre de conclusions.

1) Bien que la maturité soit atteinte plus tôt en zone océanique, le déclenchement des premières pontes partielles affecte d'abord les sujets de l'intérieur.

Nous avons déjà montré que l'index de condition était plus bas au Tès qu'au Cap-Ferret. Nous ajouterons que le maximum de cet index apparaît plus tôt au Tès où il est atteint en même temps ou légèrement avant le premier frai. Au Cap-Ferret il arrive que l'index de condition continue à croître après une vidange partielle de la glande sexuelle. Une observation similaire fut faite sur *C. virginica* de Long Island Sound par Loosanoff.

2) Le nombre moyen de périodes de ponte au cours de l'été étant plus grand que le rythme individuel des émissions, il est clair que toutes les huîtres d'une même station ne réagissent pas en même temps aux stimuli de ponte, bien qu'elles aient atteint sensiblement à la même époque le stade de maturité.

3) Nous pouvons reprendre pour *C. angulata* les termes employés par Loosanoff pour *C. virginica* : la ponte d'un sujet particulier n'est pas une opération à court terme pendant laquelle la provision entière des cellules sexuelles est expulsée mais plutôt un long effort physiologique qui doit se continuer pendant plusieurs semaines.

4) Il ne semble pas qu'il y ait périodicité des émissions. La ponte de *C. angulata* ne paraît pas avoir de relation avec les phases lunaires. Une corrélation avait été postulée par Prytherch pour *C. virginica* mais elle ne put être maintenue après les minutieux travaux de Loosanoff et Nomejko (1951). Galtsoff indique que des résultats négatifs sont aussi rapportés par Hopkins dans la baie de Galveston et par Smith dans les eaux de la Caroline du Sud.

D) *Influence des conditions de milieu.*

La zonation. La gamétogénèse est favorisée au printemps dans les eaux voisines de l'océan et pour les huîtres fixées sur pignots par une température plus élevée et une meilleure nutrition, mais les premières pontes affectent en général les sujets en élevage suspendu et ceux de la zone intérieure de la baie, avant même qu'ils aient atteint leur réplétion maximale ; elles n'affectent pas ou très peu ceux de la région du Cap-Ferret. En Gironde au contraire, en 1965, le début des émissions de gamètes eut lieu en zone aval (Le Verdon et le Cheyzin) 17 jours avant de se manifester en amont (Mon Désir). D'autre part la fréquence des périodes d'émission est décroissante en cours d'été dans l'ordre suivant : huîtres de pignots, huîtres du bassin d'Arcachon, huîtres de Gironde. Pour les premières les pontes ont lieu par saccades, pour les dernières elles sont plus étalées.

Ces différences s'expliquent très bien par l'action des stimuli qui déclenchent les émissions ; ces derniers sont évidemment moins brusques pour les animaux des stations les plus longtemps immergées que pour ceux qui sont exposés à de longues émersions (huîtres de pignots).

Nous avons vu dans la première partie de ce travail que l'équilibre thermique océan-bassin était rompu en faveur de ce dernier à partir du mois d'avril et que les variations des températures au cours de la marée étaient plus grandes au fur et à mesure qu'on s'éloignait des passes d'entrée de la baie, ce qui explique les pontes précoces de la zone intérieure.

Un phénomène semblable ne se produit pas au-dessus des gisements naturels et des lotissements de la rive gauche de la Gironde. Le retard constaté dans la ponte des individus du lotissement Mon Désir par rapport à ceux du Verdon semble consécutif au développement déficient de la gamétogénèse au printemps. Nous avons vu en effet que le maximum du pourcentage d'huîtres au stade 3 H était de 39 seulement dans cette région.

La température. Nous avons considéré au cours des années dernières l'évolution des températures de l'air et de l'eau entre la date du premier maximum du taux de sujets au stade 3 H et celle des premières pontes massives.

En 1958, 1959, 1962 et 1963 les pontes massives furent consécutives à une forte élévation de la température de l'air ayant pour conséquence, lors du passage de l'émersion à l'immersion, un choc thermique important s'accentuant jusqu'à la mi-flot ou à la pleine mer (degré minimum des eaux).

Le 29 juin 1958, la température de l'air atteignit un maximum de 27° et celle de l'eau un minimum de 16° : chute de 11°. Des pontes massives eurent lieu. Arrêtées après le 2 juillet, elles reprirent passé le 11 juillet, date à laquelle le maximum de la température de l'air atteignit 28°80, le minimum de celle de l'eau 21° : chute de 7°80.

Le 4 juillet 1959, nous avons relevé une chute thermique de 12°30 correspondant à la différence entre le maximum de la température de l'air (33°80) et le minimum de la température de l'eau (21°50).

Des pontes furent constatées lors d'un examen du 5 juillet, puis du 10 juillet. Or à nouveau nous avions noté une chute thermique de 10°20 correspondant à la différence entre le maximum de la température de l'air (32°70) et le minimum de la température de l'eau (22°50).

Le 24 juillet 1962, la chute thermique de 15°40 correspondait à la différence entre le maximum de la température de l'air (36°40) et le minimum de la température de l'eau (21°).

Des examens du 31 juillet nous montrèrent un fort taux de gonades partiellement vides. De nouvelles émissions de gamètes étaient constatées dans un prélèvement du 2 août.

Le 1er août 1962 nous avons noté une chute thermique de 8°10 correspondant à la différence entre le maximum de la température de l'air (29°60) et le minimum de la température de l'eau (21°50).

Il convient de remarquer qu'en 1962 les huîtres étaient mûres depuis le 29 juin et que la température moyenne de l'eau de mer avait progressé régulièrement depuis le début du mois de juillet, atteignant 20° le 7, 21° le 12 et 22° le 24. Il fallut le choc du 24 juillet pour provoquer une émission importante.

Le 21 juillet 1963 nous avons relevé une chute thermique de 7° correspondant à la différence entre le maximum de la température de l'air (28°50) et le minimum de la température de l'eau (21°50).

Des pourcentages importants de gonades partiellement vides étaient notés lors de nos examens des 22-24 juillet.

Comme en 1962 la température de l'eau de mer s'était élevée régulièrement passant de 20° le 2 juillet à 21 le 7, 22 le 12 et 23° le 23. Il fallut le choc du 21 pour provoquer la ponte ou l'éjaculation des animaux mûrs. Le 21 juin la température de l'air avait déjà marqué un sommet de 33°9 amenant, avec un minimum de 19° de l'eau de mer, une chute thermique de 14°9. Il y avait eu émission partielle des gamètes mais 22 % seulement des sujets examinés entre le 20 juin et le 8 juillet avaient été touchés car à cette date l'ensemble de la population n'avait pas atteint le stade de maturité.

Les événements ont été un peu différents en 1960, 1961 et 1965.

En 1960, la gamétogénèse de printemps avait été précoce. D'autre part à partir du 28 mai la température de l'eau de mer dépassait 18°. Malgré un réchauffement rapide (20° le 30 juin, plus de 21° le 16, plus de 22° à partir du 19) et les pointes de chaleur des 17 et 18 juin (respectivement 27° et 33°8) provoquant d'importants chocs thermiques (chutes thermiques 6°25 et 12°8, la température minimum de l'eau étant pour ces deux jours 20°75 et 21°), les émissions de gamètes que nous avons constatées entre le 8 et le 27 juin n'ont affecté qu'un nombre restreint parmi nos sujets expérimentaux : 34 % en zone intérieure, 6 % en zone océanique. Il n'en a d'ailleurs pas été de même pour toutes les huîtres du bassin puisque une importante émission de larves avait été notée le 21 juin.

Il fallut attendre le 19 juillet pour constater des pontes importantes. Elles furent consécutives à une hausse modérée de la température maximum de l'air le 17 juillet (24°9 avec un minimum de 20° pour l'eau) suivie de fortes variations de la température de l'eau au cours de la marée le 18 juillet (maximum 22°, minimum 19°).

En 1961, les huîtres que nous avons examinées n'avaient pas réagi à l'augmentation de la température de l'eau qui s'était manifestée après le 20 juin (moyenne supérieure à 22° du 22 juin au 9 juillet) ni aux importantes différences consécutives aux pointes de chaleur des 23, 24 et 25 juin (maximum de l'air 28°2, 32°5, 27°2 et minimum de l'eau 22°, 22°, 21°5, soit des chutes thermiques de 6°2, 10°5, 5°7).

Il n'en avait d'ailleurs pas été de même de l'ensemble de la population puisqu'une importante émission de larves était notée le 28 juin.

Par contre des pontes importantes furent constatées les 17 et 19 juillet à l'occasion d'une chute brusque de la température de l'eau de mer entre les 16 et 17 juillet (maximums 20°5 et 18° pour des minimums de 18° et 16°5, soit des chutes de 2°5 et 1°).

En 1965, le mois de juillet fut caractérisé par une température de l'air inférieure à la moyenne générale du mois (18°95) et une température de l'eau supérieure à la moyenne (22°37).

Malgré cela et en dépit des pointes de chaleur des 2 et 3 juillet puis du 13 juillet (respectivement pour le maximum de l'air 27°, 27° et 28°, pour le minimum de l'eau 21°, 21° et 22°, soit une chute thermique, chaque fois, de 6°), les huîtres que nous avons examinées n'ont réagi qu'en faible proportion. Il n'en a pas été de même de toutes les huîtres du bassin puisqu'une émission de larves très importante fut décelée les 5-6 juillet. Il a fallu attendre les 27 et 28 juillet pour constater les premières pontes massives de nos sujets expérimentaux.

Les différences thermiques entre l'air et l'eau n'avaient rien d'exceptionnel mais la durée d'insolation présentait un maximum : 12,9 et 12,5 au lieu de 9,9 en moyenne pour le mois (en heures et dixièmes). Malgré une température de l'air relativement froide (vents tournant du NO au NE), les

huîtres avaient été soumises pendant l'émersion à un brusque réchauffement dû à la seule action du soleil tandis que la température de l'eau marquait une baisse sensible depuis le 26 juillet, début d'une grande marée amenant l'eau plus fraîche de l'océan.

En résumé :

a) dans tous les cas un choc thermique a précédé une ponte ou une éjaculation massive ; il a été provoqué par une brusque pointe de la température de l'air, de fortes variations de la température de l'eau au cours d'une marée ou bien d'un jour à l'autre, une forte insolation des parcs à marée basse ;

b) par contre dans certains cas des variations thermiques de grande amplitude n'ont pas été suivies d'émissions massives ; seuls les sujets ayant atteint le stade de maturité y étaient sensibles (juin 1963), parfois même les individus mûrs ne répondaient pas aux stimuli : 17-18 juin 1960 ; 23-24-25 juin 1961 ; 2-3-13 juillet 1965.

Existe-t-il des limites thermiques au-delà desquelles les pontes et les éjaculations sont arrêtées ou inhibées ?

Nous constatons que les émissions se sont produites à des températures très diverses allant de 17-18° en 1958 et 1961 à 20-21° en 1960, 22-22°50 en 1962 et 1965, 23° en 1963. Les refus de ponte massive s'étaient manifestés à des températures du même ordre : 22°50 à 23° les 17-18 juin 1960, 21°75 à 22°50 les 23-25 juin 1961, 22°50 et 22°75 les 3 et 13 juillet 1965.

S'il existe une zone thermique de ponte il faut dans ces conditions penser qu'elle varie en fonction des autres facteurs du milieu, soit momentanés, soit même pendant toute la période de gamétogénèse précédant la ponte. Pour *C. virginica* Loosanoff et Davis écrivaient en 1950 : « Il est possible que la température régnant pendant la période de maturation des gonades détermine la température à laquelle prend place la première ponte ». Ingle (1951) affirmait à son tour : « Les conditions qui déterminent le moment de maturité peuvent être d'une plus grande importance que le stimulus qui fait commencer la ponte ».

La salinité au moment de la ponte. De 1958 à 1965, de fin juin à fin juillet - début août, au moment des premières pontes massives, les salinités ont été notées. Elles étaient comprises, en général, entre 30 et 33 ‰. Ceci, comme l'a déjà montré Marteil, infirme l'opinion de Ranson (1940) selon laquelle l'huître portugaise ne pourrait libérer ses produits génitaux que lorsque la salinité est inférieure à 29 ‰.

Les salinités étaient du même ordre au moment des « refus de ponte massive » : les 17-18 juin 1960, 30,4 ‰; le 26 juin 1961, 31,3; le 3 juillet 1965, 33.

Les conditions du milieu pendant la période précédant la maturité (janvier-mai). Nous avons noté les écarts des salinités et des températures avec la moyenne du mois considéré au cours des 5 premiers mois de l'année et nous avons constaté que les pontes aux plus basses températures se sont produites au cours des années où les huîtres ont élaboré leurs produits génitaux dans des eaux de salinité moyenne inférieure à la normale (1958, 1960 et 1961) et au contraire que les pontes se sont produites à des températures plus élevées lorsque les huîtres ont élaboré leurs produits génitaux dans un milieu plus salé (1959, 1962, 1963 et 1965).

Au cours de ces dernières années, les pontes massives occasionnées par un choc thermique furent facilitées par une chute de salinité, particulièrement en 1965 où la salinité passa de 33 ‰ les 19-20 juillet à 31,8 ‰ les 27-28 juillet.

Statistiquement nous pouvons donc confirmer pour *C. angulata* du bassin d'Arcachon les hypothèses émises par les auteurs tant en ce qui concerne *C. virginica* : influence sur la première ponte des conditions qui règent dans la période précédant la maturité (Loosanoff et Davis; Ingle), que *C. gigas* : Amemiya avait en effet montré que pour cette espèce la température inférieure de ponte était d'autant moins élevée que la salinité était plus basse le long des côtes du Japon.

Une constatation semblable peut être faite le long des côtes européennes du littoral sud de l'Atlantique.

En Gironde, malgré un certain retard dans la gamétogénèse dû à des températures hivernales légèrement plus basses qu'à Arcachon, nous avons constaté d'une façon générale que les pontes ont lieu sensiblement aux mêmes dates qu'à Arcachon.

En 1965 en particulier une émission massive eut lieu comme dans le bassin à la fin du mois de juillet; mais les premières pontes des 28 juin-3 juillet et de la mi-juillet avaient été ici très importantes. Elles avaient en effet affecté les 2 et 3 juillet au Verdon (zone aval) 84 % des sujets (6 stades 5 et 78 stades 4); les 2 et 3 juillet au Cheyzin (zone intermédiaire) 84 % des sujets (6 stades 5 et 78 stades 4); le 19 juillet à Mon Désir (zone amont) 76 % des sujets (2 stades 5 et 74 stades 4).

Comme dans le bassin d'Arcachon ces émissions avaient suivi un choc thermique dû à une brusque élévation de la température de l'air, à un changement de direction des vents, à une différence de pression, à un fort ensoleillement :

a) les 1er, 2 et 3 juillet, les températures minimales et maximales de l'air étaient respectivement : 15°-22°20 par vent de NE, 16°-26°90, 16°80-27°80 par vent de SO;

b) les 12, 13 et 14 juillet, ces températures étaient respectivement : 15°70-22°50 par vent de SE, pression normale, 17°-23°50, 17°50-23°50 par vent de SO, temps d'orage;

c) le 28 juillet, le soleil avait brillé toute la journée et les huîtres avaient été soumises à un brusque réchauffement bien que la température de l'air n'ait pas subi de changement en raison des vents frais de NO.

Les mêmes chocs thermiques avaient donc été plus efficaces sur la population d'huîtres de la rive gauche de la Gironde que sur celles du bassin d'Arcachon. Les conditions suivantes régnaient dans les eaux de la Gironde en juillet : températures moyennes de 20 à 21°; salinités moyennes de 23 à 26 ‰, c'est-à-dire que les températures et les salinités étaient inférieures à celles du bassin d'Arcachon.

Il en était de même pendant la période janvier-mai, en particulier en ce qui concerne les salinités.

Au Portugal, Vilela (1954) a montré que la ponte avait débuté en mai sur les gisements de Rosario (Tage) par une température moyenne de 18°30 et une salinité de 27,89 ‰.

Or, si les températures d'hiver et de printemps avaient été supérieures à celles du bassin d'Arcachon et de la Gironde permettant une gamétogénèse plus rapide, par contre les salinités dans le Tage avaient été inférieures à celles d'Arcachon pendant cette période et permirent une ponte par basse température (18°30 en mai).

En conclusion nous pouvons affirmer que dans une région déterminée, la ponte d'un sujet est sous la dépendance des conditions de sa vie antérieure.

D'autre part, nous le constaterons en étudiant les larves, certaines pontes massives au cours des années dernières ont été le fait d'autres huîtres que celles que nous avons examinées. La population du bassin d'Arcachon, tout comme celle de Long Island Sound ne serait-elle pas homogène, mais composée d'un mélange de variétés physiologiques réagissant à des températures différentes ? Dans plusieurs expériences de laboratoire Loosanoff montra qu'il était possible d'amener à pondre plus de 50 % d'huîtres de Long Island Sound après 18 jours seulement de maintien à la température de 21 à 22°, alors que 78 jours étaient nécessaires pour obtenir le même résultat avec des sujets de New Jersey et que ceux venant des régions plus méridionales n'arrivaient même pas à donner 50 % de pontes dans ces conditions (Loosanoff, 1965). Stauber avait émis la même hypothèse, pensant que l'existence de ces variétés pouvait être la conséquence d'un long isolement physiologique.

Il est certain que depuis quelques années la proportion des huîtres natives a diminué dans le bassin d'Arcachon au profit de sujets d'origines diverses venant du nord (Gironde ou Charente) ou du sud (Portugal).

Sans aller jusqu'à parler de « races physiologiques », ce qui impliquerait des caractères transmis par hérédité, du moins peut-on penser qu'un délai assez long soit nécessaire pour une adaptation du rythme sexuel de sujets transportés d'un milieu dans un autre. En particulier des huîtres du Portugal importées au printemps présentent une gamétogénèse beaucoup plus avancée que celles d'Arcachon. Sans qu'il soit besoin de supposer pour ces dernières une zone de température critique différente, il est logique de penser qu'elles se trouvent plus rapidement dans l'état « excitable » permettant la ponte.

III. - Résultats expérimentaux.

Les données précédentes doivent être complétées par des observations concernant les modalités normales de l'émission des gamètes et des essais au laboratoire.

L'émission des gamètes se fait de la même façon chez toutes les espèces du genre *Crassostrea*. Bien que l'appareil sexuel ne comporte pas d'organes accessoires la ponte de la femelle est une action complexe; l'éjaculation des spermatozoïdes par le mâle est beaucoup plus simple. GALTSOFF (1964) en a donné une description détaillée.

Chez la femelle, le manteau, les branchies et le muscle adducteur assument temporairement, par la coordination et l'addition de leurs activités, un rôle spécifique dans la reproduction, distinct de leurs fonctions premières.

Il y a d'abord décharge des œufs dans la cavité épibranchiale. A ce moment les deux bords du manteau se rapprochent et ferment la cavité, laissant seulement une petite ouverture. Puis les œufs s'écoulent en sens inverse des courants ciliaires aspirés à l'intérieur des canaux jusqu'à la surface des lamelles dilatées des branchies. Bientôt un nuage blanc d'œufs non fécondés apparaît à la « fenêtre » ouverte entre les deux lobes du manteau. Le muscle adducteur se contracte brusquement et les œufs sont dispersés à plusieurs centimètres de l'huître. La ponte peut durer de quelques minutes à une heure environ selon le nombre d'oocytes mûrs contenus dans l'ovaire.

Chez le mâle, l'éjaculation se fait sans la participation du manteau ni du muscle adducteur. Le sperme est déchargé grâce à une action ciliaire à l'intérieur des canaux génitaux et il est expulsé dans l'eau environnante par le courant respiratoire. L'écoulement se produit en accès de brève durée pouvant se répéter à de fréquents intervalles.

Observations effectuées	Juillet					Août	
	1	5	10	15	20	9	16
Nb examiné	100	5	5	5	25	4	4
T° biotope	22°	24°50	24°65	21°25	20°75	22°95	20°15
Réaction au stimulus : + 5 à + 10°							
Nb pontes	92	0	0	0	14	0	1
Huîtres sacrifiées pour examen des gonades							
Réfractaires	8	5	5	5	11	4	3
Stade des réfractaires	3 H	4	4	4	4	4	4
Ayant pondu	42	0	0	0	4	0	1
au stade 4	40	0	0	0	0	0	0
au stade 5	2	0	0	0	4	0	1

TABL. 16. — *Expériences de stimulation thermique sur des huîtres femelles provenant de la jetée d'Eyrac à Arcachon en* 1957. Les huîtres examinées du 5 au 20 juillet provenaient d'un lot de 50 huîtres ayant déjà pondu le 1er juillet et reparquées dans une caisse ostréophile dans leur biotope d'origine. Les huîtres examinées les 9 et 16 août provenaient d'un lot de 10 huîtres ayant déjà pondu le 1er juillet puis le 20 juillet.

Pour l'un ou l'autre sexe la libération des cellules mûres exige un stimulus externe de nature physique ou chimique : hausse de température, présence d'hormones, d'extraits d'algues, action de certains ions ou de décharge électrique (IWATA, 1952). En particulier les œufs peuvent sous l'action d'une hormone, chez des animaux réceptifs, stimuler l'éjaculation des mâles : c'est le phénomène dit de l' « eggwater » (GALTSOFF, 1930). NELSON et ALLISON (1940) ont mis en évidence la présence d'une autre substance, la « diantline », extraite des spermatozoïdes, qui augmente chez le mâle de 5 à 10 fois le taux de filtration de l'eau et permet chez la femelle une décontraction des muscles lisses favorisant l'évacuation des œufs.

En 1957 nous avons provoqué expérimentalement la ponte de femelles en les soumettant, dans des bacs chauffés, à de fortes variations de températures (de + 5 à + 10°). Les résultats sont exprimés dans le tableau 16. En 1958, nous avons repris les essais. Nous les résumons ci-après.

Le 9 juin, nous avons prélevé des huîtres provenant du centre du bassin d'Arcachon et immergées dans un bassin d'expédition (T° 18°, S 30 ‰). Au laboratoire, 25 sujets furent examinés. Ils présentaient les caractéristiques suivantes : huîtres de 3 ans d'un poids moyen de 45 kg le mille 64 % au stade 3H (36 % mâles et 28 % femelles); 34 % au stade 3P (20 % mâles et 4 % femelles); 12 % au stade 2 (12 % mâles).

Un lot fut gardé en réserve dans un grand bassin.

Deux lots de 25 huîtres chacun furent immergés, pendant une heure, l'un dans un bac à 25° (18° + 7°), l'autre dans un bac à 27° (18° + 9°). Ces huîtres furent ensuite retrempées dans un grand bassin (18°, 31,49 ‰). Pas de ponte.

Le 10 juin, un nouveau lot fut réparti dans 3 bacs ayant des températures et des salinités différentes : 30°, 36,6 ‰; 25°, 32,3 ‰; 18°, 29,5 ‰. Après une nuit, ces huîtres furent remises, le 11 juin, en cristallisoir dans le grand bassin (18°, 31,5 ‰); pas de ponte. Le 16 juin elles furent portées dans un bac à 30° toute la nuit, puis remises le 17 juin dans un grand bassin (20°); pas de ponte.

Le 27 juin, la température dans le grand bassin étant de 17°5, un nouveau lot fut réparti dans 2 bacs ayant 25 huîtres chacun : 25° pendant 6 h, pas de ponte; 27° pendant 6 h nous avons enfin constaté 23 pontes.

Les huîtres sacrifiées se présentaient ainsi : 2 réfractaires au stade 3H (8 % mâles); 16 pontes partielles au stade 4 (64 % dont 40 % mâles); 7 pontes totales au stade 5 (28 % dont 20 % mâles).

Les huîtres témoins du grand bac n'avaient pas émis leurs gamètes. Elles furent alors reparquées.

Dans le milieu naturel une ponte massive se produisit le 29 juin, la température de l'air ayant atteint un maximum de 27° et celle de l'eau de la baie un minimum de 16°.

Ces deux séries d'essais ont confirmé les résultats statistiques, à savoir :

un même animal peut pondre plusieurs fois pendant les mois d'été (2 ou 3 fois);

pour que les huîtres soient excitables il faut que la gonade ait atteint un état de réplétion suffisant;

une hausse brutale de température de + 5° à + 10° est un stimulus actif, vraisemblablement le plus courant dans la nature;

dans une même population il y a des différences individuelles. Ceci est en conformité avec les observations des auteurs étrangers pour d'autres espèces du genre *Crassostrea* (Galtsoff, 1964).

Nous ajoutons que la raison de ce refus de pondre n'a pas été établie, mais les recherches de Lubet (1955) sur *Chlamys* et *Mytilus* suggèrent que la ponte est sous le contrôle du système nerveux chez certains bivalves.

CHAPITRE II

DE LA FECONDATION DE L'ŒUF A LA FIXATION DE LA LARVE

I. - Notions diverses.

Au moment du frai les ostréiculteurs du bassin d'Arcachon ont eu maintes fois l'occasion de voir l'eau qui recouvre leurs parcs prendre brusquement un aspect laiteux. Avant de tomber sur le fond, oocytes et spermatozoïdes sont transportés en traînées blanches par les courants de flot ou de jusant parfois sur d'assez grandes distances.

L'intensité de la ponte, nous l'avons vu, est variable. Elle dépend des conditions extérieures, mais surtout de l'état de maturité et du développement de la gonade. C'est pourquoi l'échelle des variations du nombre de cellules sexuelles évacuées est très grande et varie d'une année à l'autre, d'une zone à l'autre, d'un individu à l'autre. Le nombre d'oocytes pondus par une femelle peut aller de quelques milliers à plusieurs dizaines de millions en une seule émission.

Il est facile de provoquer la fécondation en laboratoire. Il suffit de prélever directement les oocytes dans une glande femelle mûre et de les conserver dans de l'eau de mer stérile. A. G. Vlasblom (1961) conseille d'ajouter 25 mg de terramycine par litre pour éviter la contamination par les bactéries. Une petite quantité de sperme collecté directement dans la glande mâle est ajoutée. A la température de 23°, en 24 ou 48 heures au plus, tous les stades de l'embryogénèse sont terminés, c'est-à-dire :

éclatement de la vésicule germinative, formation d'un chorion muqueux et pénétration d'un spermatozoïde par le micropyle,

expulsion des deux globules pôlaires,

segmentations successives,

formation d'une larve trochophore qui se transforme vite en véligère capable de petits mouvements verticaux.

Nous ne sommes pas allé au-delà de ce stade, nos recherches ayant eu pour objet la vie pélagique des larves dans le bassin d'Arcachon. Nous exposerons dans les paragraphes suivants nos techniques de pêche et de numération, le développement des embryons et le rôle des facteurs écologiques sur leur survie.

Au préalable, nous croyons utile de rappeler les connaissances acquises sur les larves des huîtres du genre *Crassostrea;* elles sont assez récentes du fait que, contrairement à celles des *Ostrea,* elles ne sortent pas toutes constituées de l'huître-mère. Bien des phases de leurs métamorphoses ont été découvertes au fur et à mesure que des progrès ont été réalisés dans l'élevage. En France, Borde (1930) a, le premier, signalé dans le bassin d'Arcachon l'existence de larves qui possédaient les caractères de celles de l'*Ostrea edulis,* notamment la même disposition des cils vibratiles, mais présentaient cependant une différence : l'une des valves ayant, du côté de la charnière, un renflement conique assez accentué, observation confirmée par le Dr Wells, spécialiste américain reconnu, à l'occasion de son passage au laboratoire de Borde.

Ranson (1943, 1960) s'est attaché surtout à définir les caractères de la coquille. La dissymétrie de la coquille larvaire des *Crassostrea* les distingue de celle des *Ostrea;* des différences dans la disposition des crochets des valves permettent de distinguer dans chaque genre des caractères spécifiques. En dehors de ces derniers, les embryons de l'huître portugaise montrent un développement comparable à celui de l'huître américaine qui nous est bien connu grâce aux travaux de Prythrech et Wells et à ceux plus récents, de Loosanoff et Davis en particulier (1964).

Au moment de leur formation les plus petites larves mesurent environ 70 microns. La plus grande dimension (largeur) est alors parallèle à la charnière. A 95 ou 100 microns, largeur et hauteur de la coquille sont à peu près semblables.

A partir de ce moment la forme générale devient ovoïde : le plus long diamètre est perpendiculaire à la charnière. La valve inférieure se distingue par un renflement antérieur proéminent et une convexité plus forte; ces disparités vont aller en s'accentuant.

Une tache noire, appelée « œil » apparaît au milieu de chaque valve lorsque les larves ont dépassé 250 microns. Elles acquièrent à partir de ce moment une teinte rouille. Ces deux caractères morphologiques : apparition de l'œil et de la coloration typique, annoncent l'approche de la fin de la vie libre. Des fixations peuvent intervenir à partir de ce moment (taille voisine de 300 microns), mais parfois seulement à plus de 350 microns.

Les larves sont très actives pendant toute leur vie pélagique. Elles se groupent en « essaims » près de la surface. Au terme de cette vie elles s'alourdissent et tombent sur le fond. A ce stade elles possèdent deux muscles adducteurs et un pied muni d'une glande à byssus, qui produit le « ciment » nécessaire à la fixation.

Après avoir rampé et peut-être choisi la surface rugueuse et propre plus ou moins abritée de la lumière qui leur convient, elles s'y fixent par la valve gauche. Avant, pendant et après la métamorphose, des changements radicaux se produisent dans leur anatomie : disparition du velum, du pied, des yeux, du muscle antérieur, rotation du corps dans la coquille, développement d'une première série de branchies... Ce mode de fixation est semblable à celui des larves d'*Ostrea edulis,* particulièrement étudié par Cole (1938, 1939).

Dès que la larve est cémentée au support, elle secrète sa coquille nouvelle : c'est le « naissain ».

A) *Recherches et numération des larves.*

Technique des prélèvements. Nous avons exposé dans la première partie de ce travail, sous la rubrique « essai d'étude statistique du plancton » la technique utilisée par les laboratoires de l'Institut des Pêches pour la récolte des larves d'huîtres, depuis sa mise au point par Boury (1928) et

la modification que nous y avons apportée depuis 1959 : pêche simultanée en surface à l'aide de deux filets ayant une ouverture de maille différente : 131 microns pour l'un (n° 130), 72 pour l'autre (n° 200).

Nous ajoutons qu'à la suite des observations de TROCHON sur la répartition en profondeur des larves de *Crassostrea angulata* dans les eaux de la région de Marennes (1955) nous avons effectué en plusieurs stations des pêches soit à 1 m soit à 2 m de la surface, à l'aide du filet présentant le plus grand vide de maille et à partir du moment où les larves ayant fait leur croissance, le pourcentage des plus grosses risque d'être plus élevé à cette profondeur. Nous avons utilisé pour le traîner un bâti inspiré de celui construit par HERMAN (1935). En surface, pour nos pêches simultanées nous avons utilisé la remorque décrite par LADOUCE (1938) qui permet d'éviter le colmatage par les débris de zostères.

Au cours des sorties toujours effectuées dans le même sens, entre 2 et 5 heures de flot, nous prospectons l'ensemble de la superficie du bassin, soit à l'ouest les chenaux de Cousse, l'Ile, Arès, Piquey, Bélisaire, Courbey et à l'est ceux de Teychan, Lanton, Audenge, Comprian, La Sableyre, Gujan et Arams, en bordure desquels sont traditionnellement immergés les collecteurs.

De mai à octobre les prospections sont faites au rythme approximatif suivant : en mai, 4 sorties à l'ouest et 1 à l'est; en juin, juillet, août, septembre, 8 sorties mensuelles à l'ouest et 8 à l'est; en octobre, 2 sorties mensuelles à l'ouest et 1 à l'est.

C'est ainsi que, depuis 1959, nous examinons tous les ans quelque 700 prélèvements pour en dénombrer les larves.

Numération des larves. La pêche terminée, le culot du filet est recueilli dans un récipient contenant 50 à 100 ml d'eau de mer auxquels sont ajoutés 2 à 4 ml de formol neutre. Au laboratoire, les prélèvements sont mis à décanter dans des éprouvettes graduées. La dilution, d, est ajustée à 6 fois le volume du sédiment; le contenu de l'éprouvette est versé dans une fiole conique et homogénéisé par agitation. Rapidement, à la pipette, 0,5 ml sont étalés sur 4 lames soit N' le nombre de larves comptées dans l'examen de 0,5 ml; le nombre retenu est $N = (N' \times 2 \times d \times 15)/10$, car il est convenu de rapporter le résultat à 15 mn de pêche. La dilution dans les chenaux du bassin d'Arcachon est telle que les numérations sont en général faibles, aussi avons-nous abandonné la méthode du comptage à la cellule qui ne nous permettait pas d'examiner un volume suffisant pour déceler une petite quantité d'embryons.

Nous contrôlons nos résultats, en cas d'échantillons trop pauvres, par un examen sous la loupe binoculaire; le sédiment est versé dans une boîte de Pétri; après centrifugation sommaire les larves développées qui sont parmi les éléments les plus lourds du plancton sont groupées et maintenues au centre de la boîte par un anneau de verre.

Afin de connaître le taux de survie des embryons jusqu'au moment où prendra fin la vie pélagique, nous prenons la taille comme critère. Nous en mesurons une centaine, prélevés au hasard à la pipette et nous les classons de la manière suivante :

larves petites et en évolution	taille inférieure à 160 microns
larves moyennes	taille comprise entre 160 et 235 microns
grosses larves	taille supérieure à 235 microns

Les nombres retenus, en cas de pêches simultanées, sont les plus grands, c'est-à-dire ceux qui correspondent aux pêches effectuées avec le filet n° 200 pour les catégories petites et évoluées, avec le filet n° 130 pour les autres. Les renseignements recueillis sont reportés sur des graphiques où figurent aussi le cycle des marées, la température et la salinité.

Valeur de l'échantillonnage. MARTEIL (1950) a démontré, en la comparant avec les méthodes « quantitatives » utilisées par les chercheurs anglais et hollandais qui filtrent 100 litres d'eau à l'aide d'une pompe centrifuge à basse pression, que la technique d'échantillonnage des larves d'*Ostrea edulis* par les laboratoires de l'Institut des Pêches présente les qualités suffisantes pour que sa valeur soit reconnue. Nous pensons qu'il en est de même pour les larves de *Crassostrea angulata* dans le bassin d'Arcachon, depuis les additions apportées à la technique traditionnelle. Elles permettent en effet de saisir plus nettement l'apparition massive des petites larves de 70 microns (autrefois le début et le maximum d'une génération nous échappait) et de tenir compte d'une éventuelle migration des grandes larves vers l'habitat profond.

L'étude hydrologique nous a montré qu'en période estivale les différences de salinité sont faibles ou nulles dans les stations et aux diverses profondeurs dans le bassin d'Arcachon; les larves sont le jouet des courants. Il n'en va pas de même en Gironde où l'on constate l'existence de couches d'eau de salinités différentes. Or, tout comme MARTEIL en Vilaine, il ne nous a pas encore été donné d'y déceler la présence de nombreuses larves. Nous pouvons penser selon l'opinion couramment admise que dans les estuaires typiques présentant des « stratifications » de salinités, les larves, particulièrement celles qui sont le plus développées, ont tendance à rester dans les couches les plus basses, immédiatement au-dessus de la couche la plus salée, et sont ainsi passivement transportées vers les parties amont de l'estuaire par le mouvement de ces couches plus profondes et plus denses de l'eau circulant à l'opposé des courants de marée. Ce phénomène peut expliquer que dans le bassin d'Arcachon les nombres soient plus forts et les fixations plus faibles que dans l'estuaire de la Gironde. L'échantillonnage doit être adapté à chaque région selon son régime hydrologique.

	Ouest			Est		
	N	Date	N larves (en milliers)	N	Date	N larves (en milliers)
1er sommet	28	13 juin	20	28	13 juin	13
2e »	50	5 juil.	69	49	3 juil.	69
3e »	67	22 juil.	30	67	22 juil.	34
4e »	85	9 août	18	84	8 août	20
5e »	99	23 août	11	98	22 août	16
6e »	115	8 sept.	7	115	8 sept.	8
7e »	126	19 sept.	1	129	22 sept.	2

TABL. 17. — *Dates et intensité des maximums des poussées de larves jeunes à l'ouest et à l'est de la baie.* Données des années 1959 à 1965 incluses. N : nombre de jours écoulés après le 15 mai.

B) *Périodicité des générations de larves pélagiques.*

Les jeunes larves apparaissent par poussées successives survenant à des dates identiques ou très voisines dans les chenaux est et ouest; sur plusieurs observations, les nombres obtenus dans l'un ou l'autre secteur s'équilibrent. Il est donc possible de mener une étude statistique sur l'ensemble de la baie sans tenir compte des zones prospectées (tabl. 17).

Pour schématiser les phénomènes nous avons pris le 15 mai comme origine des temps, ce qui nous a permis d'établir pour les années 1959 à 1965 les dates moyennes des pointes des 6 ou 7 générations de larves. Puis nous avons divisé chacune de ces « classes » en 6 périodes, à l'intérieur desquelles nous avons pu calculer une moyenne quotidienne d'après les résultats de nos pêches. Ces périodes correspondent au processus suivant :

1) apparition, 2) accroissement brusque du nombre, 3) maximum suivi d'une décroissance en cascade, 4) les jeunes larves restent en densité forte, 5) après une chute brutale les numérations peuvent encore atteindre plusieurs milliers d'unités par trait de plancton, 6) on note seulement quelques rares spécimens de 70 à 150 microns.

Les résultats de cette étude statistique (fig. 49) montrent que la période précédant le sommet d'une génération est toujours plus courte que celle qui le suit et que la durée de formation des classes successives de petites larves diminue en cours de saison, passant de 20 jours pour la première à 10 jours pour la sixième, éventuellement à quelques jours pour la dernière. Enfin que la classe II est la plus forte. Elle se déroule du 28 juin au 16 juillet et culmine le 3 juillet.

Ce schéma général subit des modifications d'une année à l'autre. Nous avons retenu quelques faits remarquables :

le plus grand nombre de jeunes embryons a été dénombré en 1963 : 1 450 000 et le plus faible en 1959 : 350 000;

trois sommets ont dépassé les 100 000 larves : 120 200 le 21 juin 1960, 170 700 le 8 juillet 1963 et 231 000 le 6 juillet 1965. Tandis que pendant 9 jours en 1960 et 1963 la moyenne journalière demeurait élevée : 14 % et 43 % du maximum, en 1965 elle tombait à 11 % pendant les 3 jours suivant la pointe de la numération.

Corrélation avec le rythme de la marée. Nous avons conclu précédemment à l'absence de relation entre les phases lunaires et le rythme de ponte de *Crassostrea angulata* dans le bassin d'Arcachon. On peut se demander s'il n'existe pas des concentrations plus ou moins fortes de larves à certains moments du cycle de la marée. Sur le diagramme (fig. 50) nous avons noté les numérations maximales par référence à la date de la pleine ou de la nouvelle lune qui les a immédiatement précédées. Il n'apparaît pas de faits évidents comme ceux qui ont été mis en lumière en ce qui concerne les émissions de larves d'huîtres plates par KORRINGA dans l'Escaut oriental (Hollande) ou par MARTEIL dans le Morbihan. Cela est vraisemblablement la conséquence de régimes hydrologiques différents.

Type de collecteur	Lieu d'immersion	Date	N. naissains fixés par dm² d'aire collectrice
Tuile chaulée	Chenal d'Audenge	23 juillet 1963	10 à 15
Plaque en matière synthétique lisse dite « vinypal »			30 à 40
Tuile chaulée (1)	banc d'Arguin	19 août 1963	250
Tuile chaulée	Gironde « Cabiraux »	août 1963	200 à 300
Barre de fer rugueuse (2)			200 à 300
Tuyau en matière plastique			100 à 150
Surface cannelée et rugueuse.			
Coquilles en poches			20 à 40
Barre de fer rugueuse	Gironde Cheyzin	fin juillet 1965	200 à 300
Disque en matière plastique avec quelques aspérités			20 à 60
Coquilles en poches			20 à 40
Plaquette en « grille plastique lisse »			0
La même chaulée			200
Gaine de la même matière chaulée			60 à 80

TABL. 18. — *Efficacité comparée de plusieurs types de collecteurs.* (Observations (1) La plaque « Vinypal » avait capté mieux que la première tuile car elle était restée plus propre; fixations tardives; mais la seconde tuile immergée au bon moment et dans la zone favorable a capté une densité beaucoup plus élevée. (2) La barre de fer était plus rugueuse que le tuyau en matière synthétique; d'autre part son diamètre plus petit permettait un meilleur lavage.)

C'est ainsi que GALTSOFF (1964) explique la contradiction apparente entre les observations des chercheurs américains sur la répartition des larves de *C. virginica* dans les eaux de New-Jersey et de Long Island Sound.

Reprenant l'exemple des numérations maximales effectuées au cours des dernières années (fig. 51) nous remarquons que :

en 1960 la pointe (120 000) eut lieu 5 jours après le dernier quartier du « revif »;

en 1963 elle fut acquise (170 700) 2 jours après la pleine lune au moment du plus fort coefficient (82); les numérations restèrent fortes pendant le « déchet » entre le maximum de marée et la morte-eau;

en 1965 le maximum (231 000) fut obtenu au contraire un jour après le dernier quartier par faible coefficient (60); les numérations tombèrent aussitôt après, particulièrement pendant le « revif » jusqu'au jour du coefficient le plus fort de la vive-eau suivante.

Nous pouvons conclure à l'absence de corrélation entre la densité des larves et le cycle de la marée.

Corrélation avec la ponte. Le rythme de nos observations sur la maturité sexuelle a été insuffisant pour nous permettre de saisir le moment précis du frai; en revanche nous avons pu en déduire

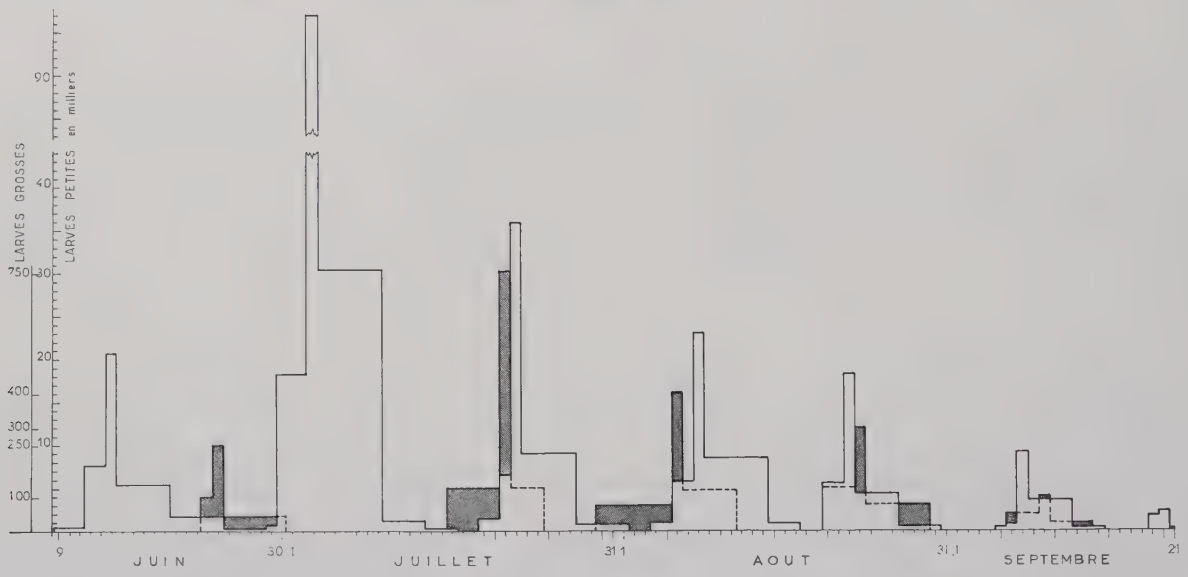


FIG. 49. — *Répartition moyenne des générations de larves au cours d'une saison* (1959-1965). Blanc : jeunes larves; grisé : grosses larves.

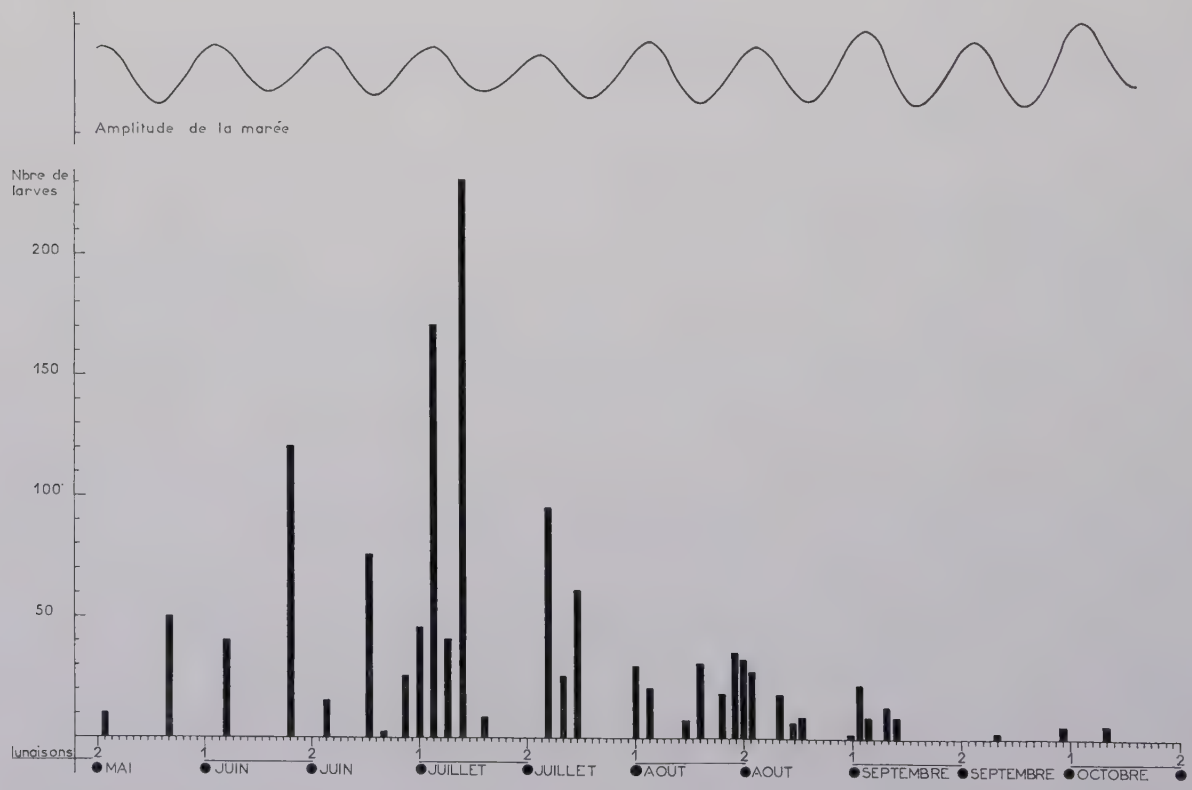


FIG. 50. — *Maxima des numérations de larves de* C. angulata *en fonction des lunaisons et du rythme des marées dans le bassin d'Arcachon* (1959-1965). Les nombres de larves sont portés en milliers sur l'échelle graphique.

l'existence de périodes d'émissions des gamètes séparées par des phases de restauration des gonades : les taux de pontes et d'éjaculations indiqués sur nos tableaux et graphiques se sont produits au cours de ces périodes, dans les jours précédant la date des examens.

Compte tenu de cette précision nous avons confronté nos observations sur la gamétogénèse et la ponte avec les numérations des jeunes larves.

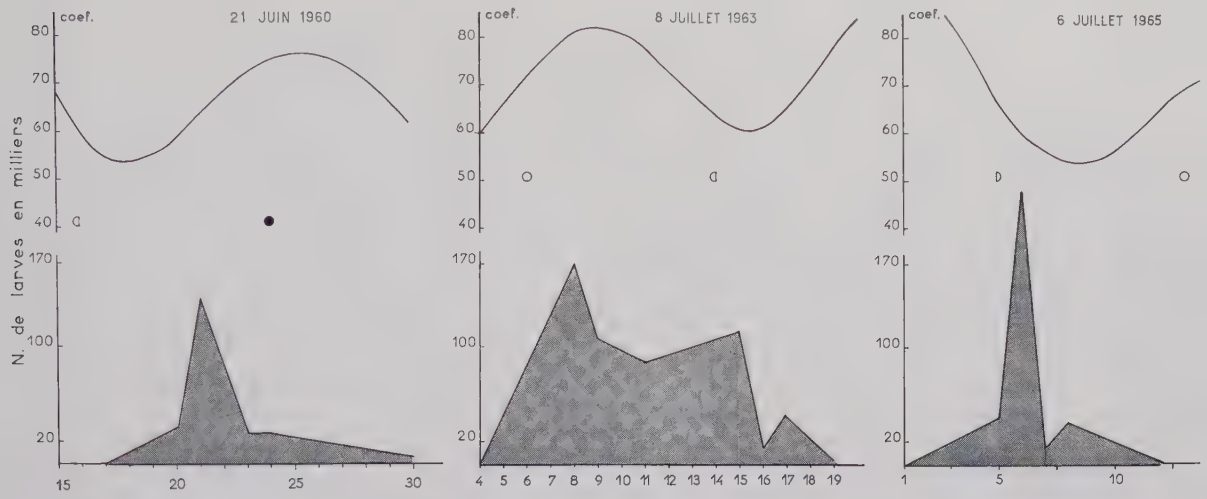


FIG. 51. — *Corrélation entre les numérations maximales de* 1960, 1963 *et* 1965 *et le rythme de la marée.*

Le plus grand nombre de larves est formé au cours de la période préliminaire d'émission des gamètes, alors que le plus grand nombre d'actes de ponte est observé au cours de la période suivante. En moyenne les pontes maximales ne sont acquises qu'à la date des 17-19 juillet, alors que le nombre maximum de larves a été décelé dès le 3 juillet.

A chaque période d'émission des gamètes, quatre dont trois principales en cours de saison, correspondent en général plusieurs classes d'embryons, 7 générations dans l'année. Il arrive cependant que nous ayons découvert des larves dans le plancton avant d'avoir observé des pontes en juin (1959-1962); ou bien au contraire que nous ayons constaté en fin de saison la vidange des glandes sexuelles sans trouver de larves au cours des pêches suivantes (1962).

Nous allons expliquer ces contradictions apparentes.

Le déclenchement des pontes varie selon le niveau et la zone de la baie où se trouvent les huîtres. Les premières larves du mois de juin proviennent en partie des sujets fixés sur les pieux, les ouvrages en ciment, les rochers... dont le cycle sexuel est plus long et qui sont davantage exposés aux variations de température entre l'air et l'eau.

Ceci ne suffit pas à la compréhension des pointes massives de numérations survenant avant une émission généralisée de nos huîtres expérimentales du Tès et du Cap-Ferret. Mais nous avons déjà montré que le déclenchement des pontes variait aussi selon les conditions de vie antérieure des sujets. Or, depuis quelques années, le stock du bassin d'Arcachon est constitué de populations d'origines diverses : produits indigènes, naissains captés en Gironde au cours de l'été et immergés dans le bassin en automne, huîtres dites d'élevage ou de reparcage provenant des gisements naturels français ou bien importées de la péninsule ibérique; ces importations ont pu atteindre plusieurs milliers de tonnes depuis 1960; or la vidange de leurs gonades est plus précoce que celle des huîtres natives.

Le nombre des cellules sexuelles émises et par conséquent le nombre relatif des larves par rapport aux pontes diminue au fur et à mesure des vidanges successives de la gonade. Il est aussi fonction de la taille et de la condition du mollusque qui varient d'une année à l'autre.

La vidange de la gonade peut se faire en une seule fois : le 27 juillet 1965 par exemple; ou par saccades successives sans reconstitution intermédiaire, comme du 26 juin au 24 juillet 1961.

Enfin les conditions hydrologiques au moment des pontes et des éjaculations peuvent favoriser plus ou moins les fécondations et, pour un même nombre de gamètes expulsés, les larves formées peuvent être plus ou moins nombreuses.

C) *Rôle des facteurs écologiques au moment de la fécondation.*

L'étude des conditions de température et de salinité des eaux au cours des différentes périodes de formation des embryons, c'est-à-dire pendant les plus fortes numérations de larves jeunes et les deux ou trois jours les précédant, nous permet de faire les remarques suivantes.

a) Les fécondations se sont produites dans le bassin d'Arcachon à des températures de 16°9 à 23° et des salinités comprises entre 29,1 et 33,6 ‰.

b) Les jeunes larves se sont formées en plus grand nombre au cours des périodes qui présentaient les salinités les plus basses (31 et 32,2 ‰) et les températures les plus fortes (21° et 21°7).

c) Les larves ont été moins nombreuses au fur et à mesure que les températures baissaient et que les salinités augmentaient (20°9 et 32,6 ‰; 18°2 et 32,7 ‰). Il semble bien que les exigences de température soient d'autant plus fortes que les salinités augmentent.

d) Aucune larve n'a été décelée après des pontes à des températures de 14°7 et des salinités de 32,6 ‰.

En Gironde, en 1965, les salinités et les températures moyennes pendant la période de juin à septembre ont varié dans les limites approximatives de 18 à 30 ‰ et de 18 à 22°.

En conclusion, ces diverses observations jointes à celles de Trochon en Seudre et de Marteil en Morbihan permettent de dire que sur nos côtes les œufs de *Crassostrea angulata* se développent jusqu'au stade de la larve véligère pour des salinités moyennes comprises entre 18 et 35 ‰ et des températures moyennes comprises entre 16 et 23°; 35 ‰ semble le seuil supérieur de la salinité et 16° le seuil inférieur de la température requise.

Par comparaison rappelons les conclusions tirées par Loosanoff de ses expériences en laboratoire sur les œufs fertilisés de *C. virginica* (les auteurs désignent ainsi les larves véligères ayant le côté de la charnière droit, encore dites « larves en forme de D ») : aucun œuf fertilisé n'atteint le « straight hinge stage » au-dessous de 15°. A 18°, 97 % de ces œufs et à 30° un grand nombre d'entre eux se développent complètement. A 33° la moitié seulement parvient au stade véligère.

Pour les huîtres de Long Island Sound la salinité optimale est de 22,5 ‰ dans les limites de 15 à 35 ‰. Pour celles du Maryland (Chesapeake Bay), de 12 à 15 ‰ dans les limites de 7,5 à 22 ‰ environ.

II. - Vie pélagique de la larve.

Nous avons vu naître au cours d'une année six, quelquefois sept générations d'embryons. Quel sera leur sort ?

A) *Tailles et croissance des larves pélagiques.*

Nous avons rappelé précédemment les différentes phases du développement embryonnaire des espèces du genre *Crassostrea* déduites par comparaison des élevages des larves de *virginica*. A notre connaissance aucun auteur n'a fourni de données biométriques précises sur la larve de *Crassostrea angulata*.

A ce titre plusieurs milliers de larves pélagiques ont été étudiées au cours des saisons 1958, 1959, 1960 et 1961. Chaque sujet était mesuré selon le diamètre perpendiculaire à la charnière, de l'extrémité du renflement de la valve inférieure jusquà la bordure externe de la valve supérieure (hauteur), et dans la plus grande parallèle à la charnière (largeur). Les larves ont été groupées d'après leurs hauteurs échelonnées de 5 en 5 puis de 10 en 10 microns.

Nous avons calculé dans chacun de ces groupes le pourcentage des largeurs classées de la même façon de 5 en 5 puis de 10 en 10 microns.

Nos résultats montrent que les largeurs 1 s'accroissent au fur et à mesure des accroissements de la hauteur H. La mesure de cette dernière est donc suffisante pour étudier la croissance, ce qui justifie la classification en « petites », « moyennes » et « grosses » larves adoptée pour la transmission rapide de communiqués aux ostréiculteurs et pour en déduire des enseignements sur la durée de la vie pélagique et le taux de survie.

La croissance étant de la forme $H = K L^e$, nous pouvons écrire log. H = e log. L + log. K ou log. H = e log. L + constante.

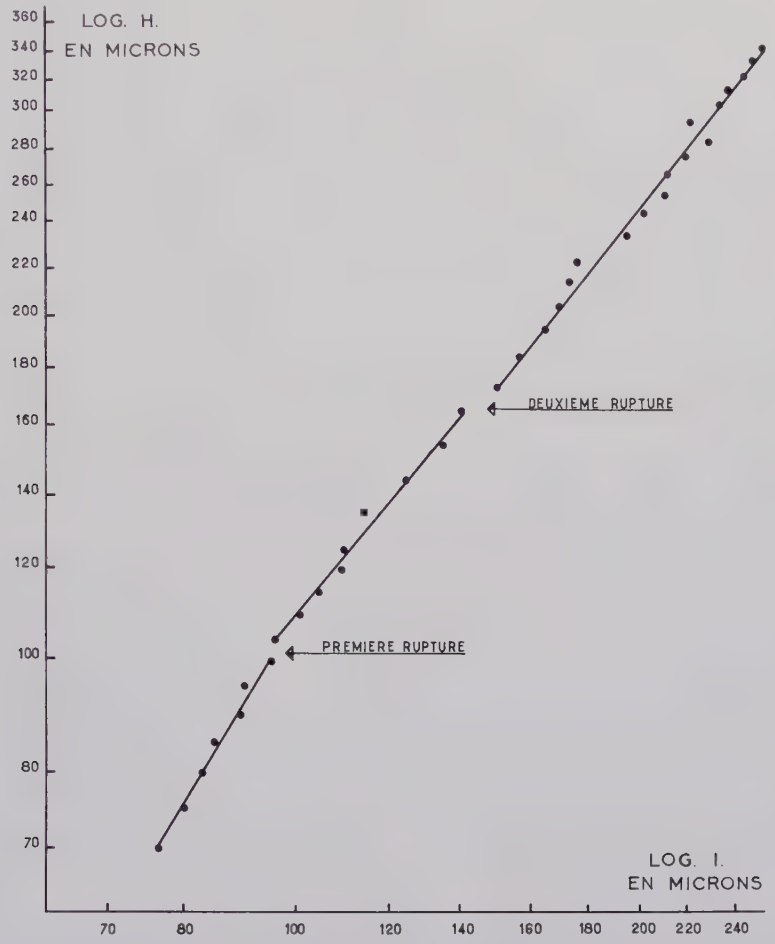


FIG. 52. — *Croissance des larves.* Etude des moyennes des largeurs l en fonction des hauteurs H exprimées en microns, en coordonnées logarithmiques.

L'étude des moyennes des hauteurs et des largeurs par leur représentation logarithmique (fig. 52) fait apparaître 3 modes de croissance différents au cours de la vie larvaire. Une première dysharmonie très nette a lieu vers 100 microns de long, la deuxième, moins nette, vers 170 microns. Ces points de rupture correspondent à des changements qui peuvent être à la fois morphologiques et physiologiques. Ce sont vraisemblablement des périodes critiques au cours desquelles la mortalité des larves est plus élevée.

B) *Durée de la vie pélagique et taux de survie.*

Sur la figure 49 montrant les poussées successives de jeunes larves, nous avons ajouté les moyennes des numérations en grosses larves établies sur les années 1958 à 1965 inclus afin d'étudier schématiquement la survie des embryons des diverses générations.

Pour la classe I, les chiffres moyens ont été les suivants :

a) formation du 9 au 28 juin de 71 000 embryons donnant du 22 au 30 juin 630 grosses larves, soit un taux global de survie de 9 ‰;

b) maximum de 20 700 jeunes le 14 juin donnant le 23 juin 250 larves en voie de fixation; le taux moyen de survie calculé sur cette base est de 12 ‰ pour une durée de vie pélagique de 9 jours.

Ces moyennes sont faussées car il est rare que la première génération évolue. En réalité lorsque cela arrive par exception, la durée de la vie pélagique est courte et la mortalité relativement faible. Ainsi nous avons noté en 1960 et en 1961, en ce qui concerne les maximums des taux de survie de 19 et 36 ‰, et pour les générations dans leur ensemble, des taux de survie de 16 et 26 ‰.

La classe II, la plus nombreuse, évolue lentement. En moyenne les pointes de numérations en petites et en grosses sont distantes de 18 jours. Sur 97 000 petites décelées le 3 juillet il ne reste plus que 750 grosses le 21 juillet, soit environ 8 ‰. Les quelque 340 000 petites larves de la génération en donnent 1 800 grosses, soit un taux global de survie de 5,2 ‰.

Les classes III et IV donnent les rendements les plus réguliers et souvent les meilleurs. Les pointes de numérations passent de 36 000 à 400 en 15 jours, du 22 juillet au 5 août soit un taux de survie de 11 ‰ et de 23 000 à 300 en 15 jours, du 8 au 23 août soit un taux de survie de 13 ‰. Si l'on considère globalement ces générations, les nombres passent de 95 000 petites à 1 550 grosses pour la première (taux global de survie : 16 ‰) et de 91 000 petites à 1 150 grosses pour la deuxième (taux global de survie : 13 ‰).

Il arrive que la classe V n'évolue pas (1960, 1961). Les maximums passent de 18 000 le 22 août à 100 le 9 septembre, soit en 18 jours une survivance de 5,5 ‰. La génération de 48 000 petites larves en donne 370 grosses, soit un taux global de survie de 7 ‰.

L'évolution de la classe VI est très rare. Quand elle a lieu elle est très longue. En 1965 sur les 27 000 petites larves du 27 août, 10 parvenaient au stade grosses aux environs du 30 septembre après 34 jours de vie pélagique (taux de survie : 0,4 à 0,5 ‰).

La classe VII n'évolue pratiquement jamais.

Sans tenir compte des classes annuelles, nous avons d'autre part calculé les taux de survie en fonction de la durée de la vie pélagique au cours de l'évolution de 27 générations. La conclusion de cette étude statistique est évidente : les pertes sont d'autant plus considérables que la vie pélagique est plus longue. Nous avons en effet trouvé des taux moyens de survie, calculés entre les maximums en larves petites et grosses, de 26, 12, 8 et 4 ‰ pour une vie pélagique respectivement inférieure à 10 jours, de 10 à 15 jours, de 15 à 20 jours, de 20 à 34 jours.

Ces taux sont inférieurs à ceux que signale Korringa (1941) pour les larves d'*Ostrea edulis* dans l'Oosterschelde, où 10 % atteignent la maturité en 6 ou 7 jours, 5 % en 10 jours et 2,5 % en 12 jours.

Est-ce à dire que l'on puisse estimer correctement l'intensité des fixations à venir en déterminant l'abondance de la population larvaire au moment de la formation d'une génération, le taux moyen des pertes pendant un cycle de marée et la durée de la vie pélagique ?

La corrélation existe mais elle n'est jamais parfaite car des circonstances multiples et imprévues peuvent modifier dans des proportions importantes le taux des pertes par dispersion ou mortalité; d'autre part une partie seulement des larves classées « grosses » parviennent réellement au stade de fixation.

C) *Rôle des facteurs écologiques.*

Les réactions des larves aux divers facteurs du milieu sont encore mal connues. Il est difficile, dans la nature, de déterminer l'influence propre à chacun d'eux. Faisant le point de la question en 1960, Marteil apporte ces précisions :

a) la proportion des larves parvenant au stade de fixation est d'autant plus grande que, toutes les autres conditions étant réunies, la température de l'eau est plus forte, mais qu'une température inférieure à 20° n'empêche cependant pas l'évolution d'un nombre satisfaisant de larves jusqu'au stade de fixation;

b) une salinité de 23 ‰ ne saurait être considérée comme un seuil critique de la croissance des larves de *Crassostrea angulata* dans les conditions naturelles, mais qu'il reste vrai que le développe-

ment des larves d'huîtres portugaises et leur fixation s'effectuent bien, sinon dans des eaux saumâtres, du moins dans des eaux légèrement dessalées.

Nos observations dans le bassin d'Arcachon au cours des années 1959 à 1965, tout en confirmant ces conclusions générales, permettent de préciser plusieurs points.

1) *Influence des températures.* Cinq classes de larves ont évolué dans des eaux de température moyenne inférieure à 20°. Les taux de survie ont été faibles ou nuls. 34 générations ont vécu dans des eaux de température moyenne comprise entre 20 et 22°50.

Dans 12 cas, les taux de survie ont atteint ou dépassé 5 ‰. Enfin cinq classes se sont développées par des températures de plus de 22°50. Les taux de survie ont toujours atteint ou dépassé 5 ‰.

2) *Influence des salinités.* Pour des salinités moyennes comprises entre 28 et 32 ‰, 9 générations sur 17, soit 53 % environ, ont connu un taux de survie plus grand ou égal à 5 ‰; si les salinités se situent entre 32 et 34,5 ‰, 8 générations seulement sur 27, soit 30 % atteignent ce taux de survie.

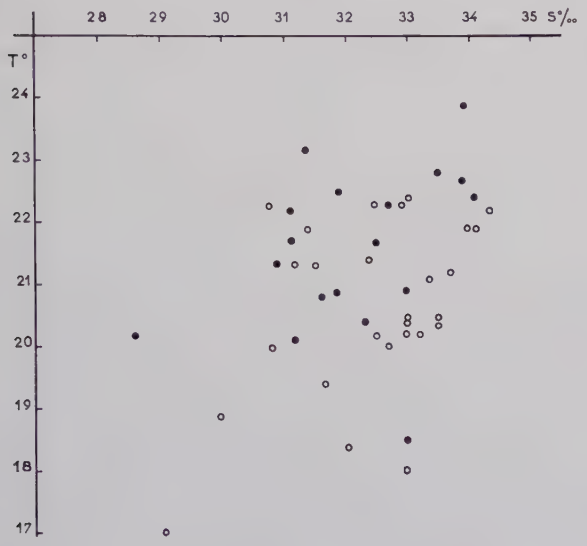


Fig. 53. — *Diagramme T/S des eaux de surface pendant les périodes de vie larvaire dans le bassin d'Arcachon* (1959-1965). Cercles noirs : taux de survie supérieur ou égal à 5 ‰; cercles blancs : taux de survie inférieur à 5 ‰ ou évolution nulle.

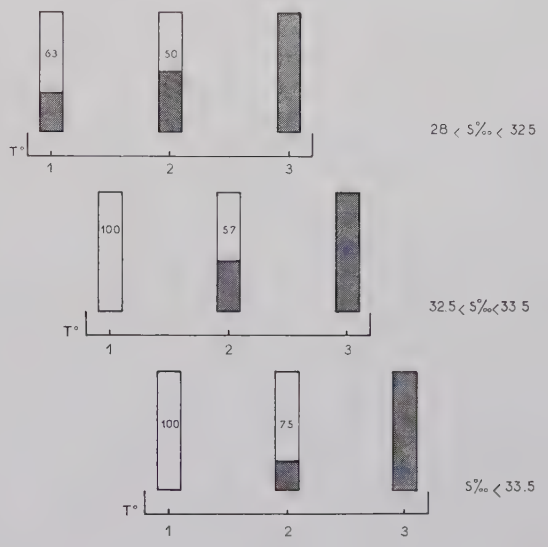


Fig. 54. — *Effets combinés des températures et des salinités sur le taux de survie des larves.* Rectangles noirs : taux de survie supérieur ou égal à 5 ‰; rectangles blancs : taux de survie inférieur à 5 ‰ ou nul. 1 : T° inférieures à 20°50; 2 : T° entre 20°50 et 21°50; 3 : T° supérieures ou égales à 22°50.

3) *Influence combinée des températures et des salinités.* Les figures 53 et 54 schématisent l'effet combiné des températures et des salinités sur la survivance des embryons. Elles montrent qu'au fur et à mesure de l'augmentation des salinités les exigences de température pour une bonne évolution larvaire sont plus grandes.

Il nous semble avoir mis ainsi en évidence un fait important qui explique en partie la plus grande régularité des fixations dans l'estuaire de la Gironde : dans ces eaux légèrement dessalées une bonne évolution des larves peut s'accomplir à des températures plus basses qu'à Arcachon. Il s'agit là d'un résultat pratique déduit d'observations dans le milieu naturel.

Des élevages en laboratoire ont été réalisés durant les dernières années aux U.S.A. par Loosanoff, Davis, Chanley, Guillard, Calabrese sur *Crassostrea virginica*. Au cours de ces expériences les échelles des températures et des salinités testées allaient de 17°50 à 32°50 et de 7,5 à 27,5 ‰. Les conditions optimales furent réalisées lorsque les températures étaient comprises entre 27°50 et 32°50 et les salinités entre 15 et 27 ‰. Une réduction des salinités diminue l'étendue des températures tolérées dans les deux sens. Les temps requis pour que les larves atteignent le stade de fixation dans les conditions du laboratoire passèrent de 10 à 12 jours pour une température de

30 à 32°50 à 36 ou 40 jours pour des températures de 20°. Contrairement à l'opinion admise autrefois elles purent résister à des variations brutales du milieu. Elevées jusqu'au voisinage de la taille de fixation à 27° et transférées à des températures de l'ordre de 12°50, certaines d'entre elles purent encore se fixer : cependant leur pourcentage décroissait avec chaque baisse de température.

La confrontation de ces résultats avec les nôtres montre que les échelles des températures et salinités requises pour une bonne évolution des larves diffèrent pour *Crassostrea angulata* et *virginica*, dont les adultes vivent d'ailleurs dans des milieux différents et que l'influence des températures est primordiale pour les deux espèces, mais qu'elle est affectée par les variations des salinités. A des salinitiés proches de l'optimum dans l'un et l'autre cas les larves survivent et croissent sur une plus grande échelle de température qu'à des salinités proches des limites les plus basses de leur tolérance pour *virginica* et les plus hautes de leur tolérance pour *angulata*.

4) *La nourriture des larves.* Il est évident que les larves ne se développent que si elles disposent de la nourriture nécessaire. Elles ne peuvent ingérer que des particules très petites et tous les éléments du nannoplancton n'ont pas la même valeur. D'après Loosanoff (1964) l'épaisseur des parois cellulaires et le degré de toxicité des produits du métabolisme que ces organismes microscopiques produisent sont d'importants facteurs dans la détermination de la qualité de la nourriture. Des algues desséchées peuvent être utilisées pour la croissance et la métamorphose des larves de nombreux bivalves tels que le clam (*Mercenaria mercenaria*), mais même les flagellés, lorsqu'ils sont desséchés, ne permettent pas de maintenir en vie les larves d'huîtres... La valeur nutritive des microorganismes ingérés dépend de la mesure dans laquelle ils répondent complètement aux besoins des larves; parfois un mélange de plusieurs éléments de la famille des Chrysomonadines avec d'autres flagellés nus tels que *Platymonas* et *Dunaliella euchlora* favorisent une meilleure croissance des larves que la même quantité de ces organismes donnés séparément... Davis et Calabrese (1964) rappellent que les flagellés nus tels que les Chrysophytes *Monochrysis lutheri, Isochrysis galbana* et *Dicrateria sp.* peuvent être utilisés par les larves à des températures plus basses que celles requises pour la digestion des chlorophytes telles que *Chlorella sp.*, qui ont des parois cellulaires épaisses.

Aucune recherche des flagellés et des chlorophycées du nannoplancton n'a été entreprise dans le bassin d'Arcachon et en Gironde. Il est vraisemblable que la croissance et le taux de survie des larves y dépendent de l'équilibre réalisé entre les populations respectives de ces dernières et du nannoplancton. A ce propos il est significatif que, toutes conditions égales par ailleurs, les classes III et IV donnent de meilleurs résultats que la classe II plus nombreuse. L'examen de résultats globaux annuels montre aussi qu'une densité trop forte de larves peut nuire au rendement. Ce fut le cas en 1963 où le nombre global de larves jeunes dénombrées a été de 1 450 milliers, de loin le plus élevé pour la période 1959-65, alors que le taux global de survie n'a été que de 4 ‰, un des plus bas enregistré dans cette même période (pour comparaison, en 1961 400 milliers de larves jeunes ont conduit à un taux global de survie de 12 ‰).

Waugh puis Cole et Handcock (1956) ont étudié la fluctuation des microorganismes du nannoplancton en fonction des conditions climatiques. D'après ces auteurs la turbidité de l'eau, en limitant la pénétration de la lumière, réduirait le taux de reproduction de ces éléments, notamment pendant les étés sombres; par contre la population des flagellés augmenterait probablement si de grosses chutes de pluies survenaient.

5) *La turbidité.* D'après Loosanoff de récentes expériences sur des huîtres natives de Long Island Sound ont démontré que le sable est nuisible aux œufs et aux larves. A des concentrations de 1,5 g/l la croissance est négligeable et aucune larve ne peut survivre jusqu'à la métamorphose à des concentrations de 3 à 4 g/l. Il ajoute que les tailles et les formes des particules créant la turbidité jouent sans doute un rôle dans le degré de dommage causé aux œufs et aux larves.

En ce qui nous concerne nous avons constaté, comme Marteil, que la turbidité n'est pas toujours un facteur limitatif. En effet les eaux de la Gironde tout comme celles de la Charente ou de la Vilaine sont constamment turbides; or ce sont par excellence les zones où se sont implantés les gisements naturels. Il est vraisemblable que le rôle joué par ce facteur varie lui aussi en fonction des fluctuations des autres conditions du milieu. Nous remarquerons en effet que d'excellentes fixations peuvent avoir lieu dans la zone ouest du bassin d'Arcachon caractérisée par des eaux limpides à forte salinité lorsque la température est élevée ou bien sur la rive gauche de la Gironde caractérisée par des eaux turbides à faible salinité et à température plus basse.

6) *Influence des courants sur la distribution des larves.*

a) *Distribution horizontale.*

Avec GALTSOFF nous retenons, à la lumière des connaissances acquises sur le comportement des larves, les deux hypothèses les plus plausibles : les larves d'huîtres sont capables de se mouvoir par leurs propres moyens dans une aire très limitée; elles sont dispersées au-delà du voisinage immédiat des géniteurs par les courants.

En rivière d'Auray, MARTEIL a montré comment la distribution horizontale des larves d'*Ostrea edulis* L. coïncidait avec les données hydrographiques; leur nombre diminue régulièrement à mesure qu'on se rapproche de l'embouchure où des courants plus rapides les dispersent dans un plus grand volume d'eau; en un même lieu on assiste à des modifications pendant le cycle quotidien de la marée; les plus fortes concentrations se produisent en périodes de mortes-eaux.

Dans le bassin d'Arcachon les phénomènes sont plus complexes. Pour étudier la périodicité des générations de larves pélagiques nous avions mené une étude statistique sur l'ensemble du bassin et conclu à l'absence de corrélation entre la densité des embryons au moment de leur formation et le cycle de la marée. Pour en connaître la répartition en surface nous avons classé les chenaux les plus caractéristiques par ordre d'éloignement progressif des passes d'entrée et repris le détail des comptages à l'occasion du développement de plusieurs générations. Nous observons qu'il existe chaque fois un ou plusieurs centres d' « explosion » à partir desquels se fait la dissémination. Cette multiplicité des secteurs de production et le mélange des larves formées à quelques jours d'intervalle d'un point à l'autre du bassin d'Arcachon rendent plus confuse l'action des courants. Cette dernière est fonction de la zone où se sont formées les larves et se traduit ainsi : à partir du centre d'explosion les larves sont dispersées selon les deux axes des courants de marée, nord-sud et est-ouest.

1) Si le centre d'émission se trouve dans la *zone amont,* les larves sont soumises à un mouvement de va-et-vient dans le bassin : en périodes de mortes-eaux elles restent concentrées dans les chenaux est; en périodes de vives-eaux elles sont dispersées dans tout le bassin.

En voici deux exemples. Le 20 juin 1960 nous avons dénombré une moyenne de 120 000 jeunes larves par chenal dans le groupe des chenaux est (Teychan, Arams, Comprian, Gujan) et seulement 58 000 dans le groupe ouest (Bélisaire, Courbey, Piquey, Arès). 15 jours après, le 5 juillet, il en subsistait 4 400 à l'est et 9 000 à l'ouest, puis le 8 juillet 1 200 à l'est et 1 800 à l'ouest; enfin le 12 juillet, il en subsistait 500 à l'est et 75 à l'ouest. En 1962, l'évolution fut la suivante : le 24 juillet 60 500 larves à l'est et 20 000 à l'ouest; 14 jours après, le 7 août, 1 400 à l'est et 75 à l'ouest; le 10 août 150 à l'est et 25 à l'ouest.

2) Si la ponte maximale a lieu dans la *région voisine des passes d'entrée,* le nombre des larves diminue très rapidement; une grande partie est emportée hors du bassin : tout ce qui favorise la baisse des eaux (coefficient de marée élevé et vents de terre) contribue à accentuer le phénomène. Ce fut le cas en 1964 et 1965 selon les processus suivants : pour 12 000 larves à l'est et 61 000 à l'ouest, le 5 juin 1964, il n'en restait le 20 juin que 125 dans chaque zone et le 23 juin, respectivement 100 et 0; les numérations passèrent de 43 500 et 250 000 le 5 juillet à 175 et 25 le 20 juillet 1965.

3) Si plusieurs centres d'explosion sont décelés *simultanément en divers secteurs,* la répartition est meilleure sur la surface totale du bassin.

C'est ainsi qu'en 1959 nous avions compté : le 9 juillet 50 000 larves à l'est et 68 500 à l'ouest; ces valeurs tombèrent, le 23 juillet, à 4 000 à l'est et 1 400 à l'ouest et le 28 juillet à 1 400 à l'est et 300 à l'ouest.

En conclusion la distribution des larves ne coïncide pas avec les données hydrographiques dans le bassin d'Arcachon : elle en dépend mais elle est essentiellement fonction du secteur de production. En pratique on peut s'attendre, si toutes les autres conditions sont bonnes par ailleurs, à un taux de survie meilleur à partir d'un nombre d'embryons moyen sous réserve qu'il ait été décelé simultanément en divers points du bassin ou dans la zone amont plutôt qu'à partir d'un plus grand nombre de larves formées dans la partie du bassin la plus voisine de l'océan.

b) *Distribution verticale.*

TROCHON (1952-1955), étudiant la répartition en profondeur des larves de *Crassostrea angulata* dans les eaux de la région de Marennes, concluait comme HERMAN (1936) pour celles d'*Ostrea edulis,* que le plus grand nombre se trouvait par 1 m de fond. Il observait que des migrations

verticales déterminées par les conditions de température des eaux superficielles affectaient les jeunes larves qui, au cours de leur croissance, tendaient à gagner les couches plus profondes. Ces observations sont en opposition apparente avec celles de KORRINGA et COLE pour *Ostrea edulis* et de LOOSANOFF (1964) pour *Crassostrea virginica*. Ces auteurs ont observé que les larves sont très actives et restent en suspension pendant la plus grande partie de la vie pélagique. De grandes larves, mesurant environ 200 microns ou plus, tendent à se rassembler à la surface de l'eau et forment maints essaims qui flottent juste au-dessous de la couche superficielle. Si elles sont agitées, les larves composant les essaims nagent séparément mais se rassemblent dans un bref délai. MARTEIL (1960) remarquait toutefois que l'ensoleillement semblait provoquer une migration vers le fond et que la répartition des larves était influencée par les courants dont la force et la vitesse ne sont pas les mêmes en surface et en profondeur.

Nous avons tenté une étude statistique de la répartition verticale des larves dans les zones est et ouest du bassin d'Arcachon au cours des années 1959 à 1965 inclus. Elle est basée sur l'examen d'un millier de prélèvements de plancton effectués simultanément en surface et à 1 m à l'aide d'un filet présentant un vide de mailles de 131 microns.

Pour l'ensemble du bassin, le nombre des larves pêchées à 1 m était plus élevé que celui des larves pêchées en surface dans 48 % des cas pour les évoluées, 57 % pour les moyennes et 58 % pour les grosses. De même, le pourcentage du nombre des larves pêchées à 1 m par rapport au total des larves collectées aux deux niveaux passait de 49 pour les évoluées à 59 pour les moyennes et 60 pour les grosses.

Il en ressort que, dans les conditions du bassin d'Arcachon :

les petites larves sont toujours en plus grand nombre en surface;

les larves en cours d'évolution sont pêchées en nombre sensiblement égal en surface et à 1 m;

au cours de leur croissance les larves tendent à gagner l'habitat profond;

l'ensemble de la population larvaire effectue des migrations verticales vraisemblablement momentanées et sous l'influence des conditions atmosphériques et hydrologiques : le pourcentage des larves pêchées à 1 m fut de 56 en 1959, 62 en 1960 et 54 en 1963.

Ces trois années furent caractérisées, pendant les périodes où furent effectués les prélèvements, par de fortes pluies et de basses salinités, soit successivement 153,6, 332,3 et 222,8 mm et 31,3, 31,2 et 30, 3 ‰.

Au contraire, les pourcentages moyens à 1 m furent seulement de 44 en 1961, 47 en 1962 et 48 en 1964, années caractérisées pendant les périodes de prélèvements par des pluies faibles et de fortes salinités (respectivement 117,8, 106,8 et 113,4 mm et 32,1, 33,1 et 32,4 ‰).

7) *Mortalités.* En dehors des conditions de température, salinité, turbidité, des fluctuations du nannoplancton nourricier, qui sont plus ou moins favorables au développement des larves et affectent leur taux de survie, des courants qui provoquent leur dispersion, d'autres facteurs chimiques et de nombreux compétiteurs ou prédateurs interviennent dans la destruction des embryons pendant leur vie pélagique. Parmi ces derniers MARTEIL cite, d'après les travaux de CERRUTI, KNIGHT JONES et LOOSANOFF : les huîtres elles-mêmes, les moules, balanes, annélides, les *Ciona, Sagitta, Crepidula,* les *Pleurobrachia* et les *Aurelia*, les noctiluques et les petits poissons, les grands ciliés de la famille des Condylostomidés.

Parmi les premiers, il faut distinguer :

les produits résiduaires des activités ménagères ou industrielles tels que solvants organiques, détergents, lessives noires provenant des usines de pâtes à papier, effluents divers, dont l'action, la plupart du temps encore mal connue, est en cours d'étude;

les herbicides et les insecticides dont les effets sont plus ou moins nocifs; le D.D.T. serait l'un des produits les plus toxiques pour les larves d'huîtres puisque, à une concentration de 0,05 parties par million, il tue presque tous ces organismes (LOOSANOFF);

des substances naturelles, des métabolites provenant de l'activité de certaines plantes ou de certains animaux marins, en particulier des dinoflagellés. C'est ainsi qu'en 1964 sur l'ensemble du littoral nous avons pu rapprocher la mauvaise évolution des larves d'un développement exceptionnel de certains microorganismes, dû aux conditions hydrologiques de l'été 1964. Dans le bassin d'Arcachon, nous avions décelé de nombreux petits péridiniens indéterminés pullulant dans l'ouest de fin juin à mi-août. Forte insolation, températures et salinités élevées caractérisaient cette période au cours de la-

quelle les seules fixations de naissains se firent dans les zones recevant des apports d'eau douce et suffisamment éloignées de l'océan. Dans l'estuaire de la Gironde des phénomènes de coloration des eaux furent observés par plusieurs ostréiculteurs fin juillet-début août : les collecteurs immergés à cette époque captèrent peu de naissains. De même TROCHON signalait dans les eaux de l'embouchure de la Charente, à la fin du mois de juillet un développement intense de péridiniens (*Protoceratium reticulatum*). En Bretagne MARTEIL notait parmi les dinoflagellés bien représentés en nombre et en espèces, la prolifération sporadique de *Gonyaulax polyedra*, espèce vénéneuse. En Norvège, des cas d'intoxication alimentaire furent signalés en 1964 : *Gonyaulax tamarensis* était mis en cause. Il faut toutefois observer que la toxicité de ces dinoflagellés ne se manifeste que lorsqu'ils pullulent. C'est ainsi que nous avons rencontré en 1966 des exemplaires de *Prorocentrum micans* dans les chenaux du bassin d'Arcachon et en Gironde, sans pour autant constater l'arrêt de l'évolution des larves comme en 1964.

Enfin, s'il est difficile d'établir dans la nature que les larves souffrent de maladies diverses, il a été possible de le contrôler dans les élevages en laboratoire. Après avoir découvert le pouvoir pathogène de certains champignons tels le *Sirolpidium zoophtorum* et de bactéries appartenant aux genres *Vibrio* ou *Pseudomonas*, les biologistes américains ont commencé à tester des antibiotiques et des fongicides destinés à prévenir les mortalités sans affecter la survivance et la croissance des larves.

III. - La fixation.

Nous avons précédemment rappelé les connaissances acquises sur le processus de fixation de la larve au terme de sa vie pélagique. Nous nous proposons d'étudier la relation qui existe entre nos numérations de larves et l'intensité réelle des fixations puis les conditions requises pour une bonne captation.

A) *Relation entre la numération des larves et la fixation.*

Pour connaître la durée de la vie pélagique et le taux de survie des embryons nous avions schématisé les poussées successives des jeunes et le nombre de grosses larves qui subsistaient dans chaque génération au terme de leur évolution (fig. 49). Nous avons vu que des circonstances multiples et imprévues pouvaient modifier dans des proportions importantes le taux des pertes par dispersion ou mortalité et que l'abondance d'une population larvaire au moment de sa formation n'aboutissait pas obligatoirement à une abondance semblable d'individus prêts à la fixation.

C'est pourquoi nous avons repris l'étude de l'époque et de l'intensité des collectes de naissains sans tenir compte des diverses classes mais en fonction seulement des périodes et des secteurs où nous avons décelé des larves grosses. Nous avons pu ainsi ajouter dans nos statistiques les résultats des numérations des années 1957 et 1958, valables seulement pour les éléments de plus grande taille puisque nous n'utilisions à l'époque que le filet à plancton présentant un vide de maille de plus de 130 microns.

Nous avons représenté sur la figure 55 le calendrier des apparitions des grosses larves et leur importance numérique dans les chenaux est et ouest. Nous avons considéré qu'elles étaient rares au-dessous de 50, peu nombreuses de 50 à 100, en quantité moyenne de 100 à 500, nombreuses de 500 à 1 000, en quantité importante au-dessus de 1 000.

Nous avons symbolisé le rendement des fixations sur les tuiles par secteur et par année selon la classification suivante : mauvais rendement de 0 à 20 naissains par tuile, rendement médiocre de 10 à 50, rendement moyen de 50 à 100, bon rendement de 80 à 150, très bon rendement de 100 à plus de 1 000.

Au cours des années 1957 à 1965, il apparaît que les premières grosses larves ont été décelées à une date comprise entre le 9 juin et le 20 juillet et les dernières à une date comprise entre le 10 août et le 28 septembre. Elle sont apparues et ont disparu plus tôt dans les chenaux est. Les dates moyennes furent du 14 juillet au 8 septembre pour les chenaux est et du 16 juillet au 13 septembre pour les chenaux ouest.

La présence des grosses larves n'est pas continue mais se manifeste par vagues successives de plus ou moins longue durée séparées par des périodes creuses : pour l'est, nous comptons en moyenne par année 3 vagues totalisant 40 jours; pour l'ouest, 2 ou 3 vagues totalisant 44 jours.

Les larves des stades avancés sont rarement très nombreuses et sont inégalement réparties dans les chenaux du bassin.

Les résultats de nos comptages donnent toujours des nombres plus forts à l'est. Ils expriment en effet des densités et non des valeurs absolues : le volume total des eaux est toujours plus grand dans les chenaux de l'ouest. L'influence de la dilution avait peu d'importance sur les numérations des jeunes étant donné leur très grand nombre et leur tendance grégaire. Au contraire au terme de la vie pélagique des larves les numérations varient dans de grandes proportions en fonction des masses d'eaux : elles sont maximales à l'est et par petits coefficients de marée. C'est ainsi que nous n'avons dénombré 1 000 ou plus de 1 000 grosses larves que quatre fois au cours des années 1957 à 1965 soit : le 12 juillet 1957 à l'est par coefficient 79-80 un jour après la pleine lune; le 27 juillet 1959 à l'est par coefficient 53-48 le jour du premier quartier; le 5 juillet 1960 à l'est par coefficient 61-65 3 jours avant la pleine lune; le 6 juillet 1961 à l'est par coefficient 59 un jour après le premier quartier.

FIG. 55. — *Calendrier des apparitions des grosses larves et rendement des fixations sur les tuiles dans les chenaux est* (E) *et ouest* (O) *du bassin d'Arcachon.* En blanc : moins de 50 larves; pointillé : de 50 à 100; hachures : plus de 100; grisé : plus de 500; noir : plus de 1 000 larves. TB : rendement très bon; B : bon; MO : moyen; ME : médiocre; MA : mauvais.

Il s'ensuit que la relation entre la densité des grosses larves et les fixations est différente selon le secteur considéré. Sauf exceptions sur lesquelles nous reviendrons (1960 et 1961), le nombre des jeunes huîtres fixées par collecteur est d'autant plus grand que le maximum des grosses larves dénombré est plus élevé. Dans les chenaux est la corrélation est assez étroite. Une moyenne établie sur 10 observations au cours des années 1957 à 1965 permet de dire que pour un maximum de 100 larves grosses dénombrées les ostréiculteurs peuvent s'attendre à une fixation de l'ordre de 50 naissains à la tuile. Dans les chenaux ouest la relation est moins nette entre numérations et fixations. Une dizaine d'observations dans la région Villa Algérienne-Cap-Ferret, montrent que pour 100 grosses larves dénombrées le nombre des jeunes huîtres collectées peut varier d'une centaine à 300.

Au fur et à mesure que l'on s'approche de l'océan les fixations deviennent de plus en plus fortes. C'est ainsi que pour 110 grosses larves dénombrées le 7 et le 28 août 1957, nous avons compté 4 000 jeunes huîtres sur une tuile posée le 3 août à la pointe du Ferret et que pour 240 grosses larves dénombrées le 20 août puis le 9 septembre 1963 nous avons compté 4 200 jeunes huîtres fixées sur une tuile posée le 19 août au banc d'Arguin.

Par exception l'apparition en grand nombre de grosses larves, dans les chenaux E en particulier, n'a pas été suivie d'une fixation importante. Deux raisons sont à l'origine de ces anomalies apparentes.

Nous classons « grosses » toutes les larves de plus de 235 microns. La plupart n'ont pas atteint la taille de la métamorphose. Pour des raisons pratiques nous ne pouvons adopter une classification plus précise : les larves « œillées » sont rarement décelées et l'annonce de leur présence dans nos pêches de plancton risquerait d'être trop tardive pour permettre aux ostréiculteurs d'immerger à temps leurs collecteurs. Une brusque mortalité ou une forte dispersion peuvent faire disparaître les embryons dans le court délai qui les sépare de la fin du stade natant.

Le processus de l'attachement sur le collecteur peut être contrarié par un courant trop violent et l'action des grains de sable en mouvement, que ce soit pendant la phase de la recherche où la larve rampe ou pendant les quelques minutes où elle émet le « ciment » qui la soude à son support. L'influence de la vitesse des courants et de la quantité de particules en suspension sur l'intensité des fixations du naissain de l'huître plate en Morbihan avait été précédemment mise en lumière par Marteil (1960). Il rappelait à cette occasion les expériences de Shelbourne (1957) montrant que pour des vitesses de 3 nœuds (154 cm/s), 14 des 21 naissains fixés étaient emportés.

C'est ainsi qu'en 1960, l'annonce de quelque 7 000 larves « moyennes + grosses » le 5 juillet ne fut suivie que d'un infime pourcentage de fixations, de 20 à 100 selon les lieux. La taille moyenne des embryons signalés ne dépassait pas 240 microns : leur évolution n'était pas terminée; les courants devenaient de plus en plus forts à mesure de l'approche du moment de l'attachement (coefficients supérieurs à 90 du 8 au 14 juillet); la dispersion qu'ils provoquèrent fut manifeste dans nos numérations qui tombaient à 600 le 8 et moins de 50 le 12 juillet.

De même en 1961 l'annonce de quelque 7 à 8 000 larves « moyennes + grosses » le 5 juillet ne fut pratiquement suivie d'aucune fixation, sauf en de rares endroits. La plupart des embryons étaient encore au stade « moyennes » ou à la limite du stade « grosses » (161 à 235 microns) : leur évolution, comme en 1960, n'était pas terminée; dans les jours suivants du 5 au 10 juillet, une forte tempête bouleversa les parcs et les collecteurs, emportant vraisemblablement les naissains en cours de fixation ou récemment fixés et encore insuffisamment soudés.

En résumé l'intensité des récoltes de naissains varie considérablement d'une année à l'autre et selon les dates et lieux d'immersion des collecteurs. D'une façon générale les fixations précoces sont plus fortes dans les chenaux est et les fixations tardives dans les chenaux ouest. Il y a corrélation entre les densités de grosses larves dénombrées dans le plancton et les quantités de naissains effectivement collectés. Toutefois la relation varie en fonction des secteurs prospectés (dilution) et du degré d'évolution des larves. Elle peut être troublée par des conditions exceptionnelles au moment même de l'attachement (violence des courants, tempêtes).

B) *Fixation et collecteurs.*

Les larves d'huîtres se fixent sur des supports de toute nature. Un grand nombre d'observations et d'expériences ont été effectuées en France et à l'étranger pour déterminer les facteurs susceptibles d'influencer la collecte du naissain. Ces travaux ont porté essentiellement sur *Ostrea edulis*, *O. lurida*, *Crassostrea gigas*, *C. virginica*.

Nos observations et différentes expériences menées dans la région nous ont permis de compléter ces données en ce qui concerne *C. angulata* dans le bassin d'Arcachon et en Gironde.

a) Description des collecteurs.

Que ce soit dans l'estuaire de la Gironde qui constitue depuis la fin du XIX^e^ siècle, le principal lieu de production de *C. angulata* ou dans le bassin d'Arcachon, les supports naturels les plus fréquents des naissains sont les tests des coquillages morts, les huîtres vivantes, les galets, les ouvra-

ges immergés en bois, en pierres, en béton ou en fer. Dans les années fastes nous en avons même recueilli sur des zostères.

Bien vite naquit l'idée d'offrir aux larves de nouveaux supports convenant à leur fixation et permettant ensuite de détroquer les petites huîtres sans les blesser. En Gironde ce furent dès 1873, les pierres calcaires que les gabares allaient chercher à Blaye; puis vinrent les branches de châtaignier étalées en forme de clais sur leurs supports, les tiges de fer fichées dans le sol et les coquilles d'huîtres mortes enfermées dans des poches de grillage que l'on dispose comme les branches de châtaignier sur des « tables » ou « chantiers ». Depuis 1963 ces poches de coquilles sont immergées par centaines de milles sur les lotissements de la rive gauche de la Gironde.

Depuis quelques années on utilise aussi les tuiles chaulées, disposées en bouquets à la manière bretonne ou en « ruches » à la manière arcachonnaise.

Actuellement dans le bassin d'Arcachon plus de 20 millions de tuiles sont immergées tous les ans. On en comptait 7 millions en 1936, 5 300 000 en 1873 et 226 000 en 1869. La tuile arcachonnaise est en terre cuite poreuse; en forme de demi-cylindre aplati, elle présente une surface totale de 17 dm^2. Elle est traditionnellement recouverte d'un enduit dont le principe fut inventé par MICHELET en 1867 mais dont la composition précise est très variable. Ces tuiles sont empilées en quinconce dans des caisses à claire-voie jusqu'à concurrence de 100 à 120 par ruche. La préparation de l'enduit est un facteur important de réussite; elle est l'objet des soins attentifs de chaque ostréiculteur.

En voici quelques exemples concrets : dans une baille à mortier permettant de traiter 1 000 tuiles on brasse :

soit 250 kg de chaux préalablement éteinte, 130 kg de sable et 120 l d'eau; les tuiles trempées dans ce bain sont faciles à détroquer mais présentent l'inconvénient de s'écailler, de « peler » selon l'expression locale, lorsque l'hiver est rigoureux;

soit un mélange à parties égales en volume de chaux et de sable, avec un léger avantage pour la chaux, et la quantité d'eau suffisante : ce mélange où la proportion de sable est plus grande est le plus couramment employé; il donne un enduit très résistant mais rend l'enlèvement du naissain plus difficile.

Dans le cas de tuiles neuves, celles-ci sont préalablement passées dans un lait de chaux; l'enduit final est alors composé en volume de 10 parties de chaux pour 6 de sable.

La tenue de l'enduit dépend non seulement de sa préparation mais de la qualité de la chaux employée. Autrefois la composition des chaux dites « ostréicoles » était très variable. La normalisation récente des divers liants hydrauliques apporte une garantie quant à leur composition. Dans ces conditions nous avons entrepris avec le concours du laboratoire de chimie analytique de l'Institut des Pêches, une série d'essais qui devrait nous permettre de conseiller utilement les utilisateurs. Les premiers résultats ont montré qu'un mélange composé en poids de 45 % de chaux maigre, 45 % de chaux grasse et 10 % de sable humide permettait une bonne fixation et un détroquage assez facile. Une proportion plus forte de chaux maigre a rendu l'enduit trop dur. L'addition de sable a permis des fixations tardives grâce sans doute au maintien d'une certaine rugosité de la surface.

Bien que la tuile chaulée soit un excellent collecteur puisqu'elle permet une bonne adhérence et un détroquage facile, des recherches ont été entreprises pour trouver un matériau plus léger, de forme peu encombrante et dont il soit possible de détacher les petites huîtres par écrasement ou simple torsion. MARTEIL a rappelé les expériences menées sur le collecteur carton, en cellulose moulée. Dans le bassin d'Arcachon et en Gironde d'excellents résultats ont été obtenus sur des plaques en matière synthétique enduites avant immersion de vernis de démoulage ainsi que sur des tubes fournis par une maison d'applications plastiques. Actuellement les essais portent essentiellement sur les possibilités de la matière plastique sous toutes sortes de formes. Citons en particulier les tuiles et les gaînes perforées. Le problème de leur chaulage n'est pas encore entièrement résolu.

b) Quelques observations et expériences.

Influence de la nature et de la forme des collecteurs sur l'intensité de la fixation. Des statistiques effectuées en 1963 et en 1965 sur divers types de collecteurs immergés aux mêmes époques et dans les mêmes endroits nous ont permis de comparer leur efficacité par unité de surface (tabl. 18). Il est difficile de faire la part de l'influence de la nature et de la forme du support. En effet, nos ré-

sultats, obtenus sur parcs, tendraient à prouver que la coquille est moins apte à capter que les collecteurs en terre cuite, en fer ou même en matière plastique. De même Trochon et Baron (1956) avaient constaté que la fixation sur les plaques-alvéoles en carton enduites d'un mélange de chaux, ciment, sable avait été quatre fois plus importante que sur une surface équivalente de valves d'huîtres. Or les observations de Loosanoff en laboratoire (1965) ont montré que les fixations sur les coquilles propres étaient considérablement plus fortes que sur les autres supports.

L'influence de la forme est elle-même très variable puisqu'une barre ronde en fer a capté cinq fois plus qu'un disque plat en matière plastique, mais une gaîne en « grille plastique » chaulée a capté trois fois moins qu'une plaquette de même nature.

Par contre nous remarquons que la collecte est meilleure chaque fois que la surface est propre tout en offrant des aspérités, une porosité ou une perméabilité favorisant l'adhérence. Sur certaines matières très lisses les larves semblent ne pouvoir s'attacher que si un séjour prolongé dans l'eau de mer a permis au support de se recouvrir préalablement d'associations de microorganismes.

Influence de la propreté. Dès leur immersion les collecteurs se recouvrent d'organismes végétaux et animaux. Ces salissures favorisent le dépôt de la vase, diminuent la surface utilisable pour la fixation du naissain et gênent son développement.

L'observation ci-après le montre bien. Dans le gisement immergé de Richard, sur la rive gauche de l'estuaire de la Gironde, les fixations de naissains ont lieu sur les tests vides et sur les huîtres vivantes dans des proportions différentes chaque année. Le nombre de sujets captés par valve de mollusque est plus grand que celui capté par coquillage vivant. Il s'établit en effet en moyenne de la façon suivante : en 1962, 9 naissains par coquillage vivant et 21 par test vide; en 1963, 4 naissains par coquillage vivant et 7 par test vide; en 1964, 11 naissains par coquillage vivant et 18 par test vide; en 1965, 1 naissain par coquillage vivant et 5 par test vide.

Mais la proportion de coquilles porteuses de naissains est très variable. Nous l'expliquons de la façon suivante. Lorsque les coquilles ne sont pas enfouies dans le sol ou sous une couche de mollusques vivants et que le courant est suffisant pour empêcher une trop forte sédimentation sur le fond, elles offrent une surface plus nette que celle des coquillages vivants, elles sont mieux lavées. Si par contre le gisement est envasé au moment de la fixation cette dernière se fait de préférence sur les sujets vivants dont les mouvements contribuent à laver les valves. Il arrive que la collecte se fasse uniquement sur les pousses récentes ou sur les balanes déjà fixées; dans ce dernier cas, d'ailleurs, le naissain se détache de l'huître porteuse au moindre mouvement.

Comme d'autres chercheurs nous avons expérimenté divers produits, pulvérisés sur l'aire collectrice ou ajoutés à l'enduit qui la recouvre, dans le but d'empêcher la prolifération des algues, invertébrés ou crustacés sans limiter celle des huîtres. Avec Creac'h nous avions même pensé qu'il était possible tout en luttant contre les salissures, de favoriser le coefficient de fixation et le développement des sujets collectés en ajoutant au mortier de chaulage des tuiles des éléments chimiques minéraux choisis parmi ceux qui font partie intégrante de la coquille ou dont la présence dans les tissus de l'huître favorise le développement de la chair aussi bien que du test.

De nombreuses expériences ont été tentées dont les résultats furent parfois contradictoires quant au nombre, à la survie et à la croissance des naissains captés. Voici le compte rendu des seuls essais dont les conclusions furent manifestes.

1) Essais ayant trait à l'*action du sulfate de fer.* Dans une 1re expérience les tuiles témoins et traitées (addition de sulfate de fer au mortier de chaulage à la dose de 10 ‰) furent immergées à Bourrut le long du chenal du Teychan le 23 juillet 1954. Des comptages opérés sur plusieurs tuiles en octobre 1954 ont donné les résultats moyens suivants :

tuiles témoins : 179 naissains à la tuile, d'une taille de 0 à 7 mm pour 45 % des sujets et de 8 à 27 mm pour 55 %; sur les tuiles, fixations de chlorophycées;

tuiles traitées : 202 naissains à la tuile, d'une taille de 0 à 7 mm pour 56 % et de 8 à 27 mm pour 44 % des sujets; les tuiles étaient propres, de teinte rouille.

Dans une deuxième expérience les collecteurs furent immergés au Tès le 8 juillet 1954. Des comptages opérés en septembre 1954 ont donné les résultats moyens suivants :

tuiles témoins : 87 naissains à la tuile;

tuiles traitées : 107 naissains à la tuile.

Dans une troisième expérience les collecteurs furent immergés aux Moussettes le 30 juin 1961. Des comptages opérés en décembre 1961 ont donné les résultats moyens suivants :

tuiles témoins : 59 naissains à la tuile, d'une taille de moins de 10 mm pour 4 % et de 10 à 40 mm pour 96 % des sujets;

tuiles traitées : 60 naissains à la tuile, d'une taille semblable à celle des témoins.

Dans cette dernière expérience, il n'y a pas eu de différence entre tuiles témoins et sulfatées car il n'y eut pratiquement qu'une période de fixation dans les chenaux est du bassin en 1961 (aux environs du 6 juillet), ainsi que le montre la répartition des tailles du naissain. A cette époque les collecteurs traités ou non traités se trouvaient dans un même état de propreté.

2) Essais ayant trait à l'*action du sulfate de cuivre*. Dans une première expérience les tuiles témoins et traitées (addition de sulfate de cuivre au mortier de chaulage à la dose de 5 ‰ furent immergées à niveau haut à Gahignon le 15 juillet 1954. Des comptages opérés sur plusieurs tuiles le 15 décembre 1954 ont donné les résultats suivants :

tuiles témoins : 496 naissains;

tuiles traitées : 553 naissains.

Il s'agissait des tuiles de format plus grand que la norme.

Dans une seconde expérience le sulfate de cuivre avait été combiné avec un insecticide et un fongicide. Les tuiles avaient été immergées le 10 juillet 1955 au Tès. Des comptages effectués en mars 1956 donnèrent les résultats suivants :

tuiles témoins : 230 naissains dont la taille était de moins de 10 mm pour 64 %, de 10 à 35 mm pour 28 %, de 40 à 50 mm pour 8 %;

tuiles traitées : 295 naissains dont les tailles se répartissaient ainsi : moins de 10 mm pour 50 %, de 10 à 35 mm pour 46 %, de 40 à 50 mm pour 4 %.

Les premières fixations du 15 juillet furent plus abondantes sur les témoins (effet légèrement nocif des produits pulvérisés au moment de l'immersion). Les fixations de la 2e émission (15 août) furent nettement plus abondantes sur les tuiles traitées qui étaient alors parfaitement propres au contraire des témoins recouvertes de salissures diverses et d'une couche de vase. Les fixations de la dernière émission (20 septembre) furent également abondante sur les tuiles traitées et témoins car elles s'étaient faites sur les coquilles déjà captées et à cette époque l'action des produits pulvérisés était atténuée : serpules et ascidies s'étaient attachés sur les collecteurs expérimentaux.

Les conclusions de ces deux séries d'essais peuvent ainsi s'énoncer : le sulfate de cuivre employé à la dose de 5 ‰ de l'enduit limite l'envahissement des tuiles par les chlorophycées. Le sulfate de fer employé à la dose de 10 ‰ donne un résultat semblable. Les collecteurs ainsi traités sont aptes à capter les larves provenant des émissions tardives. Ces traitements sont rendus plus efficaces par la pulvérisation simultanée à faible dose d'insecticides organiques chlorés ou de fongicides qui réduisent la fixation des salissures animales. Dans la pratique, en raison des dangers présentés par une utilisation généralisée de ces derniers produits pour la flore marine, nous recommandons aux ostréiculteurs de n'employer que les sels de cuivre ou de fer aux doses limites indiquées.

Les niveaux. MARTEIL (1960) a montré qu'en Morbihan les bancs de l'huître plate se sont formés entre le 0 des cartes marines et la cote — 3 ou — 4 tandis que ceux de l'huître portugaise se sont naturellement établis de la cote — 3 à la cote + 2, le niveau de fixation s'élevant lorsque les eaux marines repoussent vers la surface les eaux moins salées issues du fleuve. Nous avons constaté le même phénomène.

En Gironde les gisements constamment immergés dont le plus important est celui de Richard (cote —1 à — 2) sont loin de l'embouchure. A la pointe de Grave à l'entrée du fleuve, au contraire, les huîtres sont fixées sur les rochers et les ouvrages jusqu'à la cote + 2 environ.

Dans le bassin d'Arcachon les gisements naturels d'Audenge, Comprian, Gujan sont établis à la limite du 0 des cartes marines, tandis qu'à la Vigne, non loin des passes d'entrée, les plus fortes fixations se font sur les pierres et murs en ciment jusqu'à la cote + 2 environ. A la base des ouvrages on note surtout la présence de quelques *O. edulis*.

Les ostréiculteurs immergent en général leurs collecteurs en vue de capter les huîtres portugaises le long des chenaux entre les limites des laisses de basses mers de coefficient 80 et 35. Dans ces limi-

tes, selon les zones et les années, les résultats sont meilleurs à tel ou tel niveau sans qu'il soit possible d'établir une règle. C'est ainsi que :

les meilleures fixations étaient obtenues en 1954 sur les collecteurs posés à niveau moyen le long du chenal du Teychan : cages placées en 1re ligne (niveau bas) 110 naissains à la tuile, en 2e ligne (niveau moyen) 187, en 3e ligne (niveau haut) 179;

en 1957 le long du chenal d'Arams les fixations devenaient de plus en plus nombreuses au fur et à mesure que le niveau montait : cages placées en 1re ligne (niveau bas) 294 naissains à la tuile, en 2e ligne (niveau moyen) 357, en 3e ligne (niveau haut) 414;

en 1966 dans une cage placée en 1re ligne (niveau bas) le long du chenal d'Arams, les fixations diminuaient d'intensité du bas en haut de la cage : 192 naissains à la tuile, 110 et 91 respectivement pour le bas, le milieu et le haut.

Il en allait de même en 1966 dans une cage placée en 3e ligne (niveau haut) le long du chenal de Gujan (Lucarnau) : 207 naissains à la tuile, 182 et 165, respectivement dans le bas, le milieu et le haut de la cage.

Nous avons fait les mêmes observations pour *C. virginica,* dont l'aire de distribution verticale est toutefois plus étendue encore. Loosanoff (1966) constata en effet sur une période de 25 ans d'observations que l'intensité des fixations fut irrégulièrement répartie en 3 stations expérimentales situées à 3, 6 ou 9 m de profondeur.

Le fait que le nombre de naissains de *C. angulata* fixés sur les collecteurs naturels ou artificiels diminue jusqu'à devenir nul de la cote + 2 à la cote + 3 est dû à l'exondation trop longue de ces objets. Nous avons pensé que leur capacité de fixation serait augmentée s'ils étaient constamment immergés, à moins que le gain dû à l'augmentation du temps de fixation ne soit annulé par l'inconvénient des salissures dont leur surface se couvrira rapidement. Les collecteurs flottants sont employés en particulier au Canada pour capter les larves de *C. virginica* (Medcof, 1961). Nous avons construit des cages qui, lestées et munies de flotteurs, peuvent suivre le mouvement de la marée entre le niveau du parc et la haute mer, ainsi qu'un radeau auquel nous avons suspendu plusieurs types de collecteurs. Les premières expériences tentées en 1966 n'ont pas été probantes; nous les reprendrons ultérieurement.

Influence de la lumière et de l'angle du support avec le sol. Le 15 juillet 1953 nous avons immergé sur un parc du banc d'Arams le long du chenal de Gujan un collecteur constitué de 8 éléments de fibro-ciment enduits d'un mélange de chaux - ciment - sable. L'assemblage dans un bâti en bois formait une roue à aubes. Les plaques de fibro-ciment (45 × 25 cm) s'encastraient dans des rainures jusqu'au moyeu. Elles étaient maintenues par des planchettes goudronnées de dimensions 45 × 6 cm. L'examen du collecteur le 18 novembre 1953 montra que la majorité des larves d'huîtres s'était fixée sur les faces inférieures des plaques : 383 naissains de *C. angulata* et 24 d'*Ostrea edulis* contre 91 et 2 sur les faces supérieures. Sur les faces supérieures elles-mêmes, les larves s'étaient fixées dans les zones ombrées, tantôt immédiatement sous la planchette qui maintenait la plaque, tantôt près du moyeu seulement. Dautre part, compte tenu de l'exposition à la lumière, la répartition des naissains de *C. angulata* en fonction de l'angle de l'aire collectrice avec le sol était la suivante : 22°30' 234 naissains, 67°30' 149, 112°30' 63, 157°30' 28 naissains.

Cette expérience confirmait pour *C. angulata* dans le bassin d'Arcachon les observations de Milner B. Schaeffer pour *O. gigas* et de A.E. Hopkins pour *O. lurida.* D'après ces auteurs la représentation graphique du nombre de larves fixées en fonction de l'angle du support avec le sol serait une hyperbole. Elle montrait aussi l'influence de la lumière. Nous avons fait d'autres observations dans le même sens. Sur les éléments carton, en particulier, nous avons noté, comme Trochon, que le plus grand nombre de jeunes huîtres se trouvait sur toutes les parties de la surface tournées vers le sol et abritées de la lumière, quelle que soit la position de l'élément par rapport au courant. Cependant il n'est pas toujours vérifié sur les tuiles du bassin d'Arcachon que les larves se soient attachées de préférence sur les faces inférieures. Nous avons fait de très nombreuses observations de 1954 à 1966. Dans 53 % des cas la densité fut plus forte sur le dessous des supports, dans 40 % sur le dessus; dans 7% des cas les nombres étaient égaux. En revanche le nombre moyen de sujets était plus grand sur les faces supérieures : 186 contre 112. Ceci provenait des cas particuliers de fixation massive sur le dessus des tuiles : en 1963 sur une tuile posée le 19 août au banc d'Arguin, 3 320 naissains sur la face supérieure et seulement 930 sur la face inférieure. En 1966 sur une tuile

posée le 5 août au Grand Banc 700 naissains sur la face supérieure et seulement 200 sur la face inférieure.

Influence de la position des supports par rapport aux courants ou suivant leur orientation. Au cours d'une série d'essais effectués en 1954 nous avons étudié la répartition du naissain selon la disposition des tuiles parallèles ou perpendiculaires au courant. Les tuiles faisant obstacle ont mieux capté. La moyenne des fixations (comptages sur 20 collecteurs) y fut de 182 portugaises et 51 plates contre 142 portugaises et 46 plates sur les tuiles parallèles au chenal. Cette observation fut confirmée à l'occasion d'une autre expérience en 1961. La moyenne des fixations (comptages sur 141 tuiles) fut de 50 portugaises et 2 plates sur les tuiles parallèles au chenal et de 66 portugaises et 2 plates sur celles qui faisaient obstacle au courant. Il faut noter en revanche que, très souvent, la bordure extérieure du dessus des tuiles les plus exposées aux courants les plus violents ne captent pas.

Des différences importantes sont constatées localement selon l'exposition des ruches. Le 20 juillet 1965 deux rangées de 18 ruches avaient été disposées parallèlement à la plage, dans le sens du courant (nord-sud) et au même niveau. Le 12 octobre 1965 nous avons compté en moyenne 111 portugaises par tuile du rang ouest et 47 seulement à l'est. Dans un autre cas, en 1954, où les ruches étaient aussi orientées nord-sud, mais perpendiculaires au chenal et au sens du courant, nous avons obtenu les résultats suivants : 211 sujets par collecteur de la rangée ouest et 110 seulement à l'est.

En d'autres occasions, c'est entre les rives opposées du chenal où ont été immergées les cages à collecteurs que sont le plus manifestes les différences de densité de jeunes huîtres par élément. Sans doute faut-il y voir l'action des vents agissant sur les courants de surface au moment où des essaims de larves transportées par ces masses d'eau sont aptes à s'attacher sur un support.

En résumé les conditions requises pour une bonne collecte sont les suivantes : les collecteurs doivent être propres mais présenter une surface rugueuse permettant une bonne adhérence du naissain. La fixation récente de microorganismes constitue un élément favorable.

Ils doivent être immergés dans des endroits où la force des courants est suffisante pour empêcher leur envasement tout en permettant à la larve de ramper à leur surface et de s'y attacher.

Une relation existe entre l'angle de l'aire collectrice avec le sol et la fréquence de fixation. Cette dernière est plus intense sur les surfaces qui se rapprochent de l'horizontalité. Toutefois, si les habitudes de nage verticale et la position supérieure du pied de la larve se traduisent par un géotropisme négatif, ce comportement peut être troublé par des éléments provoquant d'autres tropismes provisoires. La lumière en particulier semble agir sur la fixation des larves en stimulant leurs mouvements jusqu'à ce qu'elles trouvent un lieu ombragé.

Nous pensons enfin que les variations annuelles constatées dans les époques, lieux et niveaux des fixations et la plus ou moins grande densité sur les faces inférieure et supérieure des collecteurs dues aux nombreux facteurs de la vie larvaire déjà étudiés : zones de pontes, dispersions par les courants, températures et salinités..., sont aussi liées à l'intensité du rayonnement solaire et de sa pénétration dans l'eau.

Des observations et expériences réalisées il ressort en effet d'une manière générale que les fixations précoces sont fréquentes dans les zones est du bassin d'Arcachon et amont de l'estuaire de la Gironde. Elles se font à tous niveaux et de façon préférentielle sur la face inférieure des supports. Les eaux sont ici turbides et peu favorables à la pénétration de la lumière. Au contraire les fixations tardives sont plus courantes sur la côte ouest du bassin et la partie aval de la Gironde. Elles se font à une cote plus élevée et souvent sur la face supérieure des supports, tout au moins en ce qui concerne les tuiles du bassin d'Arcachon. Les eaux sont claires et les fonds sableux favorables à une réverbération de la lumière.

Or il convient de noter, en parallèle avec ces observations, que la durée moyenne d'insolation est beaucoup plus faible en septembre et octobre qu'en juin, juillet ou août.

Les expériences menées au laboratoire de l'Institut des Pêches à Auray, au laboratoire Arago à Banyuls par I.M. Aboul Ela (1958) confirment cette hypothèse. Elles ont montré en effet que le développement larvaire de *C. angulata* Lmk était considérablement retardé par l'irradiation de l'eau du bac d'élevage aux rayons ultra-violets; de même des larves d'*Ostrea edulis* L. avaient tendance à se fixer dans les parties inférieures de l'aquarium avec leurs valves presque fermées.

CHAPITRE III

SURVIE ET CROISSANCE DU NAISSAIN FIXÉ SUR SON SUPPORT

Nous étudierons successivement le taux de survie du naissain fixé, les facteurs et l'allure générale de sa croissance sur le collecteur.

A) *Survie.*

Qu'elle se soit fixée en juin, juillet, août ou septembre, la jeune huître demeure sur son support jusqu'au printemps suivant. L'ostréiculteur arcachonnais pratique traditionnellement le détroquage, qui consiste à détacher le naissain de son collecteur, pendant la période mars-juin. L'opération se fait plus ou moins tôt selon les conditions du milieu ou plus simplement selon l'organisation du travail de chacun. C'est alors seulement qu'il est possible de juger du rendement de la récolte. Bien qu'à un moindre degré que pendant sa vie libre, le mollusque fixé sur son support demeure en effet vulnérable.

a) Données expérimentales.

De nombreuses expériences menées dans les laboratoires de l'Institut des Pêches à la Tremblade et à Arcachon ont montré que les naissains de *C. angulata* pouvaient survivre dans des eaux de salinités comprises entre 10 et 45 ‰; au-dessous de 5 ‰ ils gardaient leurs valves fermées et vivaient isolés du milieu; la salinité intervalvaire baissait à peine. Ils finissaient par mourir au bout de 15 à 20 jours. Pour une salinité de 45 ‰ et une durée d'immersion de 20 jours aucune mortalité n'était enregistrée. Au-dessus, toutefois, les huîtres commençaient à céder au milieu ambiant une partie de l'eau de leurs tissus.

Ces naissains pouvaient supporter une température de 30° pendant plus de 15 jours sans dommage. A 35° une mortalité de 20 % était enregistrée. Ils pouvaient résister à une congélation prolongée d'autant qu'ils étaient plus jeunes.

Chez les naissains de portugaises comme chez les adultes, il existe, ainsi que l'a montré Bachrach en 1936, des réactions pour ramener le pH du milieu ambiant à la valeur optima pour leur survie. Au cours des élevages réalisés par Aboul Ela au laboratoire de La Tremblade cette valeur était voisine de 7,4. D'autres expérimentations que nous entreprendrons dans un proche avenir viendront compléter ces données. Nous voudrions en particulier étudier les doses létales de l'oxygène et l'influence du taux des matières organiques dissoutes. Les essais de consommation d'oxygène que nous avions effectués en 1953 avaient porté sur des huîtres de parcs de plus de 2 ans. Nous avions conclu que la raréfaction de l'air dissous était néfaste aux mollusques à des degrés divers selon leur taille. Des portugaises de 2 à 3 ans, longues de 3 à 9 cm avaient survécu dans une eau dont la teneur en oxygène était très faible (2,06 mg/l tandis qu'une grosse huître de gisement mesurant plus de 20 cm n'avait pu être conservée dans une eau dont la teneur en oxygène était encore de 3,94 mg/l). Nous voudrions aussi étudier l'action combinée des conditions du milieu et de leurs variations. Dans la nature en effet tous les facteurs sont associés et réagissent les uns sur les autres.

b) Observations dans la nature.

Dès sa première semaine de fixation la jeune huître a perdu ses caractères larvaires : elle a acquis sa structure définitive et commence sa croissance. La valve inférieure, mince, présente une surface plane accolée au support, bordée ventralement d'un plan abrupt qui permet de distinguer facilement le naissain de *C. angulata* de celui d'*O. edulis* variété *bicolor*. Un autre plan moins élevé peut se dresser de l'autre côté de la valve creuse. La valve supérieure, légèrement bombée, la recouvre. Elle est violacée ou jaunâtre avec des rayons pigmentés en violet.

Disparition en été. Contrairement aux naissains de l'huître plate dont nous avons pu observer périodiquement d'importantes disparitions à la fin de l'été, ceux de l'huître portugaise sont rarement affectés de mortalité à caractère inquiétant avant l'hiver. Mais un tel phénomène se produisit en 1952.

A la fin du mois d'août, le Président de la Fédération des syndicats ostréicoles informait notre Administration « d'une récolte merveilleuse de naissains de portugaises, mais aussi d'une grande mortalité dans toute la partie sud-est du bassin, depuis la Leyre jusqu'aux chenaux de Comprian et de la Sableyre, ce qui oblige à déplacer les tuiles au risque de voir le naissain encore gros comme la tête d'une épingle mourir pendant le transport dans les autres parties du bassin ».

Plusieurs enquêtes menées en octobre-novembre nous permirent de préciser que la mortalité ne fut pas limitée aux seuls chenaux est, mais se manifesta dans l'ensemble du bassin d'Arcachon à des degrés divers selon les niveaux. Elle fut plus importante sur les tuiles couvertes par le flot de 1 h 30 à 2 h 30 après la basse mer dans les conditions d'une marée de coefficient 80 environ. Elle était moins accentuée aux niveaux plus bas et plus hauts. Elle affecta surtout les tuiles où la densité était la plus grande.

Le pourcentage moyen de la mortalité établi en novembre après comptage sur une vingtaine de collecteurs fut de 50 %. Il restait 300 à 400 naissains en plein développement par tuile. La récolte n'avait donc pas été compromise; tous les sujets n'auraient pas pu se développer normalement.

La mortalité fut limitée dans le temps puisque la taille des emplacements de naissains morts était uniformément comprise entre 4 et 7 mm. Elle se produisit au cours de la deuxième quinzaine d'août dans les conditions suivantes. Du 12 au 17 août, période de mortes-eaux sans pluies, faisant suite à la grande marée du 8 (coef. 108), les eaux étaient chaudes : moyenne 22°50 environ. Le maximum d'une génération de larves fut décelé le 12 août. Du 17 au 20 août, une tempête nord-ouest amena une modification brutale des conditions hydrologiques : des chutes de pluie (16,5 mm en 4 jours, 10,3 mm dans la seule journée du 19 août) provoquèrent un abaissement de la salinité des eaux de surface et apportèrent de nombreux débris par lavage des terrains riverains du bassin. La température moyenne de l'eau de mer baissa de 2° environ et celle de l'air passa de 22° à 18° avec des minima de 12° seulement. La génération de larves du 12 août fut à peu près complètement détruite.

En conclusion nous pouvons noter la coïncidence entre la disparition des larves dans le plancton et la mortalité des naissains sur les tuiles. Elles se sont produites à la suite de la rupture d'un état d'équilibre entre les facteurs du milieu sans qu'il nous ait été possible d'en déceler la cause directe.

D'une façon générale les disparitions des jeunes C. *angulata* constatées à la fin de l'été représentent un faible pourcentage du nombre des fixations.

Voici quelques chiffres relevés en fin septembre 1967 :

a) sur des tuiles posées entre le 10 juin et le 5 juillet, le nombre moyen de naissains vivants était de 75 plates et 500 portugaises pour 47 emplacements de naissains morts (plates uniquement);

b) sur des tuiles posées entre le 25 juin et le 5 juillet sur la côte sud-ouest, le nombre moyen de naissains vivants était de 100 plates et 2 100 portugaises pour 20 emplacements de naissains morts (plates uniquement);

c) sur des tuiles posées du 6 au 15 juillet en diverses zones du bassin, le nombre moyen de naissains vivants était de 30 plates et 1 100 portugaises pour 70 emplacements de naissains morts (plates et portugaises); la mortalité totale fut donc dans ce cas de 6 % environ;

d) sur des tuiles posées du 25 juillet au 3 août sur la côte ouest et sud, le nombre moyen de naissains vivants était de 5 plates et 1 300 portugaises. Il n'y avait pas d'emplacement de naissain mort.

La mortalité frappe les sujets qui se sont fixés les premiers et elle augmente avec la taille du naissain, ce qui est une conséquence de l'augmentation du taux de filtration du mollusque.

Disparition en hiver. Si les pertes s'échelonnent en moyenne de 0 à 15 % entre la période de fixation et le début de l'automne, elles sont par contre beaucoup plus importantes pendant la période suivante. Dans le bassin d'Arcachon, le taux des pertes sur les tuiles a varié pendant cette période d'un minimum de 25 % en 1954 à 84 % en 1963.

En Gironde sur les huîtres du gisement immergé de Richard, les taux de pertes des naissains fixés se sont établis entre 32 et 80 %.

Les causes de disparition du naissain durant l'hiver sont multiples.

Maladies parasitaires.

Nous n'envisagerons pas ce cas. En effet, le caractère commun des mortalités causées par virus, bactéries, champignons ou protozoaires chez les huîtres adultes est qu'elles débutent lentement et vont

en progressant. La conséquence de telles attaques ne se fait donc pas sentir pendant la période assez courte de la vie de l'individu fixé sur son collecteur.

Mortalités dues aux prédateurs et compétiteurs.

Sans être complètement à l'abri de l'attaque des prédateurs et de la concurrence des compétiteurs, les jeunes huîtres portugaises ont moins d'ennemis et sont des proies moins faciles pendant qu'elles sont attachées à leurs supports que lorsqu'elles sont étendues sur les parcs. D'autre part du fait de la longue durée d'émersion des ruches dans le bassin d'Arcachon, du fait des basses salinités qui règnent sur les gisements immergés de la rive gauche de la Gironde, le nombre des prédateurs et des compétiteurs du naissain fixé de *C. angulata* dans nos régions est bien moins grand que celui d'*O. edulis* capté à niveau plus bas et dans des eaux plus salées.

Il arrive toutefois que des pertes soient dues aux poissons, aux astéries, aux bigorneaux perceurs, aux crabes qui font tomber le mortier qui recouvre les tuiles, aux crevettes. Au début de l'automne 1963, nous avons transporté dans le bassin d'Arcachon des barres de fer et des tubes en matière plastique sur lesquels étaient fixés 500 naissains de 5 mm. Les barres de fer furent plantées verticalement dans le sol et les tubes inclinés à 45° de chaque côté d'une corde en nylon servant de ligne faîtière à cette disposition en toit et maintenue par des piquets à 0,50 m du niveau du sol.

En mars 1964 il restait sur ces supports 100 à 150 jeunes huîtres de 8 à 10 mm. La forte perte s'était produite aussitôt après l'immersion car les traces des huîtres disparues ne mesuraient guère plus de 5 mm. Nous avons pensé qu'il s'agissait de déprédations dues aux crevettes auxquelles il est plus facile de percer, à l'aide de leur rostre, la valve de la jeune huître fixée sur une surface verticale que sur une surface parallèle au sol.

Sauf dans l'estuaire de la Gironde, les annélides polychètes du genre *Polydora* creusent rarement leurs galeries dans les valves du jeune naissain. De nombreuses espèces de turbellariés vivent dans le bassin d'Arcachon, mais nous n'avons pas fait d'observations permettant de leur imputer une mortalité du naissain. Rappelons que les genres *Stylochus* et *Pseudostylochus* communément appelés « oyster leech » sur la côte atlantique des Etats-Unis sont réputés destructeurs des mollusques jeunes et adultes. Ascidies, tuniciers, hydraires, bryozoaires salissent surtout les tuiles les plus basses après la fixation; il est rare qu'ils se développent suffisamment pour étouffer le naissain de portugaises; parfois cependant les ostréiculteurs doivent brosser leurs tuiles au mois d'octobre pour éviter cet inconvénient.

Plus gênants sont les mollusques et les crustacés qui, ayant déjà pris la place qu'auraient pu occuper les larves, se développent au détriment des huîtres. Sur les tuiles du bassin d'Arcachon c'est le cas de plusieurs espèces d'annélides : le petit *Pomatoceros triqueter* Linné est le plus courant. Ses tubes calcifiés ont une section triangulaire et peuvent atteindre la taille de 2 cm. Les ostréiculteurs appellent ces polychètes des « écrivains ». C'est le cas aussi des anomies (*Anomya ephippium*) qui ne sont toutefois pas très nombreuses, mais surtout des cirripèdes.

Ch. Dessenoix (1962), étudiant la faune des bois immergés du bassin d'Arcachon, n'a retrouvé parmi les espèces décrites par Fischer en 1872 et Cuenot en 1927 que deux balanes : *Balanus improvisus* Darwin, plus large que haute avec une ouverture sub-hexagonale et un test blanc, capable de vivre dans les zones de grande dessalure; *Balanus perforatus* Bruguière, plus haute que large, présentant une ouverture étroite et des parois tachées de violet; et une chtamale : *Chtamalus stellatus* Poli de petite taille d'aspect étoilé, se fixant seulement dans les niveaux les plus élevés.

Les uns et les autres se fixent sur les faces exposées aux courants les plus forts et dans les zones où les courants sont les plus violents. La croissance des balanes est très rapide après leur fixation. En 1966, nous avons constaté que les bois et les collecteurs immergés étaient recouverts d'amas encroûtants de colonies de cirripèdes de petite taille, de forme conique et tronquée obliquement : il s'agit vraisemblablement d'*Elminius modestus* Darwin dont un premier exemplaire avait été découvert en 1965 sur la bordure sud du banc du Muscla (Amanieu et Cazaux, 1965). Leloup et Lefevere (1952) rapportent que cette espèce, typique de la Nouvelle-Zélande, fut importée en Angleterre avant 1945 comme salissure garnissant la coque des bateaux puisqu'elle envahit successivement les eaux côtières des pays voisins. Au cours des années dernières Marteil et Trochon la rencontrèrent dans les eaux ostréicoles de Bretagne et de Charente. Arcachon semble avoir été l'une des dernières zones de la côte atlantique européenne à être infestée par ce cirripède sessile, dont la présence fut signalée par de nombreux auteurs dans les estuaires du sud de la Mer du Nord, en France, en Espagne et au Portugal. Sur les collecteurs de la Gironde les balanes sont encore plus nombreuses

et leur présence peut compromettre la récolte car les naissains d'huîtres se détachent de leurs supports au fur et à mesure du développemeent de ces crustacés, à moins que les amas de colonies de cirripèdes ne tombent eux-mêmes. Il en fut ainsi en 1964 et en 1965.

Mortalités dues aux modifications du milieu.

Les plus fortes disparitions du naissain sont toutefois dues aux modifications du milieu pendant l'hiver sous l'action du froid (hiver 1955-56 et 1962-63), des pluies (hivers 1959-60 et 1960-61), et parfois de leur action conjuguée (hiver 1965-66).

1) *Le froid.* Le mois de février 1956 fut particulièrement rigoureux à Arcachon. La température moyenne de l'air fut de 0°25, inférieure de 6°95 à la normale du mois. Elle resta égale ou inférieure à 0° :

du 3 au 5	moyenne : — 2°25	minimum absolu : — 9
du 10 au 12	— 4°41	— 9
le 15	— 4°50	— 10
du 19 au 24	— 2°10	— 10

Six jours de neige ont été notés au cours desquels une hauteur d'eau de 49,3 mm a été enregistrée, dont 24 mm dans la seule nuit du 20 au 21. La température moyenne de l'eau de mer enregistrée à l'extrémité de la jetée d'Eyrac fut de 2°30, inférieure de 5°54 à la normale. Dans l'ensemble des chenaux du bassin d'Arcachon, la salinité demeura relativement élevée : 28,4 ‰ en moyenne, supérieure de 1,6 à la normale du mois. Des blocs de glace étaient charriés par le courant de jusant et se déposaient à l'étale sur les collecteurs et les parcs. Ils étaient soulevés par le courant de flot et emportaient parfois les huîtres (fig. 31).

Sur leurs supports les naissains d'huîtres plates n'ont résisté qu'en faible pourcentage mais les jeunes portugaises n'ont apparemment pas souffert; cependant l'enduit calcaire s'est détaché par plaques et les ostréiculteurs durent commencer le détroquage dès le mois de mars. La récolte qui s'annonçait excellente (nous avions compté 1 800 sujets sur une tuile immergée le 19 juillet 1955 le long du chenal du Teychan), ne put être sauvé que partiellement. Il ne semble pas que l'exposition ait joué un rôle prépondérant dans la plus ou moins bonne tenue de l'enduit; la composition du mélange chaux-sable en fut surtout responsable, les tuiles neuves en particulier furent complètement dégarnies.

En Gironde, où les eaux étaient plus douces (salinités inférieures à 10 ‰), les naissains de gryphées disparurent en forte proportion. Nous avions compté 3 000 sujets par tuile expérimentale au Verdon en septembre 1955. En avril 1956 il en restait 400, soit une mortalité de 86 %. Le froid ne peut être tenu pour seul responsable dans ce cas : nous avons déjà constaté qu'une élimination naturelle se produit lorsque la densité de fixation est trop grande. Sur les coquilles rejetées en aval du gisement de Richard nous avions compté 100 naissains pour 10 valves en novembre 1955; il en restait seulement 40 en avril 1956, soit une mortalité de l'ordre de 60 %. Sur les concessions émergentes il était impossible d'établir une carte de la mortalité car un rocher d'huîtres bien vivaces voisinait avec une pierre émaillée de taches blanches formées par les valves inférieures des jeunes huîtres dont la coquille supérieure venait de tomber. La mortalité était plus importante dans les zones où la turbitité des eaux était plus grande.

L'hiver 1962-63 fut aussi très rigoureux. Au lieu de se manifester pendant une longue période de 27 jours consécutifs comme en 1956, le froid se fit sentir en 3 vagues successives :

du 23 au 28 décembre 1962, moyenne : — 4°32; minimum absolu : — 8°;

du 13 au 31 janvier 1963, période au cours de laquelle la température journalière est restée constamment égale ou inférieure à 0° : du 13 au 17, moyenne : — 1°69; minimum absolu — 8°; le 19, moyenne : — 1°25; minimum absolu : — 2°50; le 23, moyenne : — 0°20; minimum absolu — 5°; le 31, moyenne — 0°45; minimum absolu : — 2°50;

du 1er au 6 février, période au cours de laquelle la température journalière est restée constamment égale ou inférieure à 0° : du 1 au 5, moyenne : — 3°21; minimum absolu : — 10°20.

Au total le nombre de jours pendant lesquels la température fut constamment égale ou inférieure à 0° fut de 13 en 1956 contre 14 en 1963.

Une comparaison des températures minimales pendant les périodes du 1 au 26 février 1956 et du 12 janvier au 6 février 1963 montre une répartition à peu près identique :

Températures minimales :	Nombre de jours en 1956	1963
égales ou inférieures à — 10°	2	2
entre — 8° et — 9°	4	1
entre — 5° et — 7°	7	9
entre — 0°50 et — 4°	11	12

Voici les moyennes mensuelles des températures de l'air et de l'eau de mer, des hauteurs de pluie et des salinités dans les chenaux du bassin au cours du mois de décembre 1962 et des mois de janvier et février 1963, et leurs écarts avec la normale :

	Décembre 1962		Janvier 1963		Février 1963	
	Moyen.	Ecart	Moyen.	Ecart	Moyen.	Ecart
T° air	5°25	— 1°85	3°36	— 3°61	4°87	— 2°33
Pluie en mm 68,1		— 37,5	46,7	— 26,3	71,7	+ 12,4
T° eau de mer	6°91	— 1°62	4°77	— 2°81	5°22	— 2°62
Salinité ‰ 30,4		+ 1	29,8	+ 3,6	29,3	+ 2,5

Les dégâts les plus importants ont été causés à l'ostréiculture pendant la période du 13 janvier au 6 février. Dès la fin janvier les tuiles étaient décrépies dans certaines zones à raison de 40 à 60 % de leur surface. Des coups de vents succédant aux froids, puis une nouvelle baisse des températures (minima de — 10° au moment de l'émersion des collecteurs aux marées basses du matin) achevèrent de faire tomber l'enduit lorsque ce dernier n'était pas assez hydraulique. Comme en 1956 les ostréiculteurs procédèrent à un détroquage précoce. Sur la côte ouest du bassin les pertes furent moins sensibles qu'ailleurs, presque nulles pour certains; dans l'ensemble du bassin elles furent importantes, presque totales pour certains. Sur 20 tuiles immergées au Tès à la fin du mois de juillet 1962 nous avons récolté en mai 1963, 1 073 naissains d'une taille moyenne de 23 mm, soit 53 par collecteur contre plus de 150 à la fixation.

En Gironde les supports « tiges de fer » furent les plus atteints : il y eut, comme sur les tuiles du bassin d'Arcachon, décollement des jeunes sujets fixés. Sur le gisement immergé de Richard la mortalité fut évaluée à 45 % entre octobre 1962 et janvier 1963.

2) *Le « doussain »*. En 1959, 1960 et 1961 une mortalité anormale affecta les huîtres portugaises du bassin d'Arcachon mais il s'agissait essentiellement des sujets de plus de 2 ans. Au contraire, sur la rive gauche de la Gironde les naissains de *C. angulata* furent également atteints, particulièrement au cours de l'hiver et du printemps 1959-1960.

En mai 1960 nous avons constaté sur les concessions de Cabiraux :

que les pierres étaient très sales d'autant plus qu'elles portaient une forte densité de coquilles; la couche de vase accumulée entre les huîtres n'avait pas pu être enlevée par le va-et-vient de l'eau particulièrement sur la face supérieure du collecteur : dans ce cas la mortalité apparente était très forte; elle était importante aussi sur la face inférieure, plus faible et irrégulièrement répartie sur les côtés des pierres sans qu'on puisse incriminer l'orientation; sur la moitié environ des sujets restants une pousse nouvelle était manifeste; nous avions compté sur des paquets de mollusques prélevés au hasard sur ces pierres :

	vivants	morts	% mortalité
Huîtres âgées	56	36	40
Naissains	262	65	32

que les tests et paquets d'huîtres éparpillés sur le sol étaient parfaitement propres : le naissain fixé était intact;

que les sujets attachés au cours de l'été 1959 sur les barres de fer subsistaient jusqu'au niveau de 0,40 m au-dessus du sol; au-dessus les tiges ne portaient plus aucun naissain.

3) *Les effets conjugués de l'eau douce et du froid*. Au cours de l'hiver 1965-66 les pertes subies par l'ostréiculture régionale furent à nouveau très importantes. Nous ne commenterons pas celles qui sévirent dans le bassin d'Arcachon : elles affectèrent surtout les huîtres sur parcs; la quantité des jeunes *C. angulata* fixées au cours de l'été 1965 était d'ailleurs insignifiante.

En revanche les intempéries causèrent de sérieux dégâts sur les supports couverts de naissains de l'estuaire de la Gironde. Furent touchés la plupart des sujets fixés à un niveau supérieur à 40 - 50 cm au-dessus du sol sur les barres de fer ainsi qu'une partie importante de ceux qui s'étaient attachés sur les autres types de collecteurs lorsqu'ils se trouvaient découverts par petites marées (coefficients 55-60) ou bien dans les zones soumises à des apports plus importants d'eau douce ou sujettes à l'envasement (voisinage des embouchures des chenaux de Talais et de St-Vivien) zone amont de l'estuaire : sur le gisement immergé de Richard les pertes furent évaluées à 60 % d'octobre 1965 à avril 1966.

Tantôt les jeunes avaient disparu par suite de l'éclatement de leur support (rouille des tiges de fer, effritement des coquilles porteuses, chute des balanes), du frottement des glaçons en dérive; tantôt ils étaient morts sur leurs collecteurs où subsistaient les traces des valves creuses.

Cette mortalité s'était manifestée dès le début du mois de février une quinzaine de jours après les plus grands froids (12 au 19 janvier) qui survenaient eux-mêmes à la suite d'une longue période de fortes pluies. La crue de la rivière avait eu pour conséquences non seulement un abaissement des salinités mais une augmentation des apports sédimentaires et de la turbidité des eaux.

Nous avions noté pendant la période du 12 au 19 janvier 1966 une température moyenne de l'air à la pointe de Grave de — 1°37 (minimum absolu — 8°20), une température moyenne de l'eau de mer à Neyran de + 1°70 (minimum absolu 0°), une salinité moyenne à Neyran de 10,2 ‰ (minimum absolu de 5,80).

La hauteur totale des pluies enregistrée de novembre 1965 à janvier 1966 inclus fut de 483,7 mm. Elle fut encore de 126,9 mm en février. Les salinités et les températures moyennes à Neyran avaient ainsi évolué : 19,58 ‰ et 10°30 en novembre 1965, 6,94 et 9°20 en décembre, 9,60 et 6°70 en janvier 1966 et 12 ‰ et 11°40 en février.

En conclusion. Le naissain de *C. angulata* fixé sur son support est très résistant. Les mortalités ou déprédations sont rares pendant les mois d'été. Elles peuvent être dues à une élimination naturelle de sujets trop denses au cours de leur croissance ou bien à une brusque rupture d'équilibre des conditions hydrologiques se manifestant dans la couche d'eau qui baigne les collecteurs.

Maladies parasitaires, prédateurs et compétiteurs ont moins de prise sur le naissain de *C. angulata* soumis à des émersions plus longues que sur celui d'*Ostrea edulis* qui vit à niveau plus bas dans des eaux plus salées.

Des mortalités d'hiver sont provoquées par des variations importantes des conditions du milieu, agissant d'autant plus efficacement que la densité de population est plus forte. Elles sont dues à des effets mécaniques : le naissain détaché de son support devient la proie de nombreux ennemis ou périt ensablé ou envasé, ainsi qu'à des effets biologiques : dans ce cas les mortalités se manifestent parfois assez longtemps après que les conditions sont redevenues normales.

Les apports massifs d'eaux douces, comme le froid, ralentissent l'activité physiologique du mollusque (filtration, respiration, nutrition...) et peuvent favoriser les parasitoses diverses.

Les expériences en laboratoire et les observations de Trochon et d'Aboul Ela, les observations faites dans la nature par Marteil et nous-même au cours des mois de février 1956 et 1963 ont montré que le froid prolongé provoque un relâchement du muscle adducteur, dont les fibres peuvent être déchirées si l'huître est remuée. Si les eaux sont salées et claires le naissain de *C. angulata* en souffre peu.

Les effets conjugués du doussain et du gel sont d'autant plus désastreux qu'ils s'acompagnent en général d'une augmentation de la turbidité des eaux et de sédimentations importantes. Le mauvais fonctionnement du muscle permet l'introduction dans les cavités intervalaire et palléale d'une importante quantité de sable et de vase que le mollusque affaibli ne peut plus expulser; il meurt asphyxié. La présence fréquente de vase dans les huîtres mourantes en témoigne.

Pour pallier ces inconvénients nous avons pensé qu'il était possible de stocker en hiver les collecteurs garnis de naissains dans de grands bassins où ils seraient à l'abri du froid et du doussain. C'est l'objet d'une expérimentation en cours dans le bas Médoc. Les premiers résultats sont encourageants mais doivent être suivis d'expériences plus complètes pour devenir tout à fait probants.

B) *Croissance.*

Si le mollusque fixé ne rencontre pas d'obstacle sur son support, il s'étale, sinon la valve inférieure se redresse et s'incurve. Suivant le cas, au moment du détroquage 7 à 10 mois après l'attachement, le « talon », vestige de la fixation, est plus ou moins grand. Le talon calcaire des huîtres récoltées sur les tuiles chaulées du bassin d'Arcachon est large; il est caractéristique de cette origine.

Pour étudier la croissance du naissain fixé sur son support, nous l'avons mesuré dans sa plus grande longueur, de la charnière à l'extrémité postérieure de la valve creuse au cours d'enquêtes effectuées après la saison du captage et au moment du détroquage.

a) Facteurs divers de la croissance.

Place du naissain sur le support. La taille moyenne du naissain fixé sur les faces inférieures des collecteurs est plus grande que celle du naissain fixé sur les faces supérieures dans 80 % des cas; 15 fois sur 100 cette différence fut nulle et 5 fois seulement elle fut négative; il s'agissait d'exceptions dues à des mensurations effectuées aussitôt après la fixation (naissains encore très petits) ou, en cas de salissures particulières du dessus de la tuile, à des fixations tardives intervenues seulement sur sa face inférieure.

La différence de taille au profit des sujets attachés sur le dessous des collecteurs n'est pas liée à la densité des fixations ainsi que le montrent les exemples suivants, que nous pourrions multiplier :

sur une tuile immergée le 26 juillet 1960 au Cap-Ferret nous avons compté en octobre 1960 : dessus, 225 naissains (taille moyenne 2,5 mm); dessous, 145 naissains (taille moyenne 5,3 mm), soit une différence de + 80 naissains (— 2,8 mm);

sur une tuile immergée fin juillet 1963 à la Touze nous avons compté en mars 1964 : dessus, 154 naissains (taille moyenne 12,1 mm); dessous, 120 naissains (taille moyenne 17,8 mm), soit une différence de + 34 (— 5,7 mm);

en revanche, sur une plaque de surface égale à environ 4 tuiles immergée le 23 juillet 1963 au Passe-Can nous avons compté en mars 1964 : dessus, 900 naissains (taille moyenne 7 mm); dessous, 992 naissains (taille moyenne 12,6 mm), soit une différence de — 92 (— 5,6 mm);

sur une tuile immergée à Lucarnau le 9 juillet 1966 nous avons compté en septembre : dessus, 95 naissains (taille moyenne 8,4 mm), dessous, 173 naissains (taille moyenne 12,5 mm) soit une différence de — 78 (— 4,1 mm).

Le gain de taille en faveur des sujets fixés sur les faces inférieures des supports va en augmentant au cours de la croissance; il fut en moyenne de 2,3 mm lors des mesures effectuées en automne, variant de 0,5 à 4,2 mm selon que l'année avait été précoce ou tardive. En février-mars il atteignait en moyenne 3,8 mm avec des variations de 1,4 à 7,8 mm. En mai il dépassait 8 mm. Nous pensons que ces différences sont dues au fait que les faces supérieures sont plus sensibles aux influences de l'air et de la lumière pendant l'exondation (dessèchement, ensoleillement, variations de température), se salissent plus rapidement par dépôt de vase et de sable dû à la sédimentation et sont parfois plus directement soumises à l'action des courants.

Indépendamment de la face du collecteur, la rapidité de croissance du naissain sur les tuiles dépend de plusieurs facteurs.

Précocité de la fixation. La rapidité de la croissance est d'autant plus grande que les fixations ont été précoces. En voici quelques exemples.

En 1964 des tuiles immergées au Verdura le 16 juillet ont capté l'émission qui s'est fixée aux environs du 20 juillet tandis que celles immergées le 15 août au Camp Américain n'ont capté que les émissions qui se sont fixées aux environs du 8 septembre. Un contrôle opéré début novembre 1964 nous permettait de comparer les tailles du naissain. Pour 1 000 sujets, les tailles moyennes étaient de 15 mm au Verdura et 3 mm au Camp Américain.

En 1959 des tuiles immergées au Cap-Ferret dès le 22 juin ont capté l'émission qui s'est fixée aux environs du 23 juillet tandis que celles immergées à la Villa Algérienne dans le courant de la deuxième quinzaine de juillet ont capté surtout aux environs du 20 août. Le contrôle opéré le 13 mai 1960 donnait, pour 1 000 sujets, les tailles moyennes de 23 mm au Ferret et 16 mm à la Villa Algérienne.

En 1963, des collecteurs immergés dans le chenal d'Audenge dès le 14 juillet ont capté les fixations des 25 juillet, 5-19 août et 13 septembre tandis que ceux immergés au banc d'Arguin le 19 août ont capté seulement en très forte densité la dernière émission. Le contrôle opéré au début 1964 donnait les tailles moyennes suivantes : 19 mm à Audenge et 9 mm au banc d'Arguin.

En 1966, plusieurs émissions se sont succédées au cours de l'été, de juin à septembre. Les tailles moyennes du naissain, au 15 septembre 1966, sur deux tuiles immergées à Lucarnau, étaient 15,9 mm pour la pose du 18 juin et 10,4 pour celle du 22 juillet.

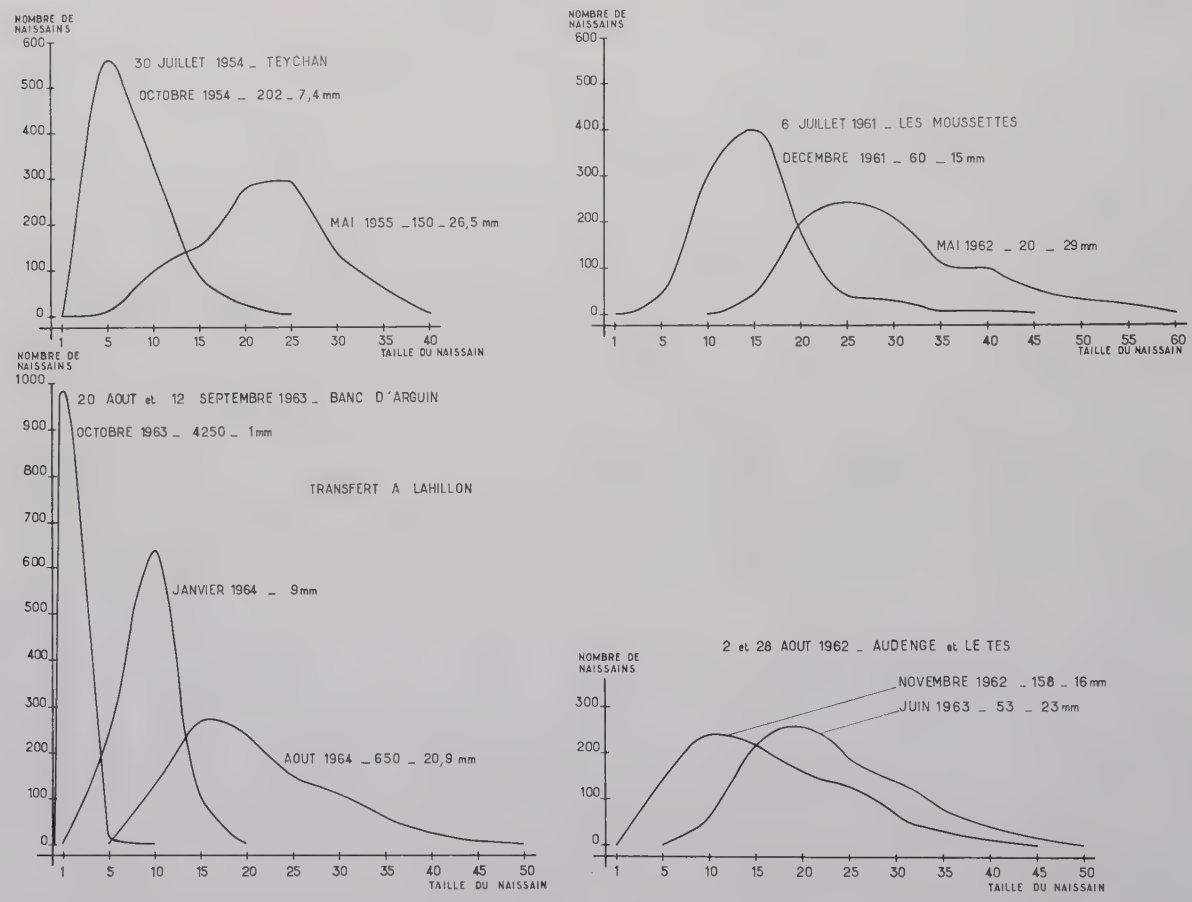


FIG. 56. — *Allure générale de la croissance des jeunes huîtres fixées sur leurs supports dans le bassin d'Arcachon.* La taille du naissain est exprimée en mm; les répartitions dans les différentes tailles ont été calculées pour 1 000 sujets; les dates et lieux des fixations sont indiqués sur une première ligne; au-dessous et à côté de chaque courbe, figurent dans l'ordre : les dates d'examens, le nombre des jeunes huîtres par tuile et la taille moyenne de ces naissains en mm.

Sur des tuiles posées cette même année en août au Cap-Ferret, la totalité des naissains fixés mesurait de 1 à 5 mm pour une taille moyenne d'environ 3 mm seulement.

Il y a donc grand intérêt pour les ostréiculteurs à capter les premières larves, même si leur densité de fixation est moins grande.

Niveau de fixation. Le 5 juillet 1959, deux ruches expérimentales ont été immergées au Tès, la différence de niveau étant comprise entre 0,50 m et 1 m. Les tailles moyennes, calculées le 13 mai 1960, étaient 23 mm au niveau bas et 21 mm au niveau haut.

Le 7 août 1962, du naissain a été fixé sur les tuiles du haut et du bas d'une cage immergée à la Touze. Cette cage a été contrôlée le 14 novembre et les tailles moyennes étaient 13 mm pour le haut et 19 mm pour le bas.

Densité de fixation. Enfin la croissance est d'autant plus rapide que le nombre de naissains est plus faible sur le collecteur.

Un seul exemple suffira à le montrer : sur 3 collecteurs posés à la même époque dans la même zone (chenal d'Audenge) et au même niveau, en juillet 1963, nous avons obtenu des densités variables de fixation. Les tailles moyennes, en mars 1964, étaient les suivantes : 19 mm pour 68 naissains, 15 mm pour 274 naissains et 10 mm pour 500 naissains.

Variations de la croissance d'une année à la suivante et d'une région à l'autre. La croissance du naissain diffère selon l'année considérée mais il est difficile de la mettre en évidence à cause des variations de tous les facteurs que nous venons d'étudier.

En revanche nous pouvons comparer la croissance du naissain dans deux régions différentes que le bassin d'Arcachon et l'estuaire de la Gironde. Les tailles des sujets captés pendant l'été sur les huîtres et coquilles du gisement Richard s'échelonnent au printemps suivant de 4 à 20 mm, inférieures en moyenne de 10 à 15 mm à celle du naissain récolté sur les tuiles du bassin d'Arcachon.

b) Allure générale de la croissance.

Malgré les variations dues à l'influence combinée de la précocité, du niveau et de la densité de fixation, nous avons cherché à représenter l'allure générale de la croissance des jeunes huîtres sur leurs supports dans le bassin d'Arcachon (fig. 56).

Nous en avons tiré les conclusions suivantes.

La croissance est bonne de juin à septembre puis de mars à mai; elle est moyenne en octobre-novembre; elle est déficiente de décembre à février. Nous avions déjà fait cette constatation en étudiant l'influence de la précocité des fixations.

Bien que la taille moyenne du naissain au moment du détroquage soit comprise entre 20 et 30 mm, de grandes variations individuelles existent et l'on rencontre des individus de toute taille entre 10 et 60 mm; ces différences sont relevées même lorsque toutes les huîtres proviennent d'une seule génération de larves.

La courbe de fréquence des tailles s'étale d'autant plus que la densité de fixation a été forte : les mollusques trop serrés les uns contre les autres se sont alors mutuellement gênés dans leur croissance.

Il est évident que les variations des taux de survie et de croissance que nous venons de décrire sont dus essentiellement aux conditions de nutrition. Ces dernières sont encore assez mal connues; elles ont été étudiées au cours des années dernières chez les individus adultes par de nombreux auteurs tels que Cerruti, Nelson, Mac Ginistie, Loosanoff, Nomejko, Chesnut, Engle, Korringa...

Richesse des eaux en diatomées, flagellés, bactéries, matières organiques diverses, taux de pompage à travers les branchies, conditions de formation de films de mucus, sont sous la dépendance des conditions physico-chimiques des eaux.

Nos observations dans la nature ont montré que les naissains de *C. angulata* réagissent ainsi aux variations concomitantes des principaux facteurs du milieu.

La croissance et le taux de survie les meilleurs sont obtenus à Arcachon au cours de deux périodes, dans les conditions suivantes (moyennes établies sur 20 ans) :

de juin à septembre :	températures	19°74	21°57	21°60	20°13	moyenne	20°76
	salinités ‰	30,1	31,2	32,2	32,8	»	31,6
de mars à mai :	températures	10°30	13°26	16°50		»	13°36
	salinités ‰	28,4	29,5	30,1		»	29,3

Les valeurs moyennes de la croissance et du taux de survie sont observées à Arcachon en octobre et novembre (moyennes sur 20 ans), avec des températures de 15°83 et 11°34, moyenne 13°58 et des salinités de 31,80 et 30,80 ‰, moyenne 31,3.

En Gironde il y a trois périodes, ainsi que nous l'avons constaté à Neyran en 1965 :

octobre et novembre :	températures	17°20	10°30			moyenne	13°75
	salinités ‰	22,20	19,58			»	20,89
de juin à septembre :	températures	19°50	20°30	21°10	18°	»	19°72
	salinités ‰	20,19	24,35	27,45	23,95	»	23°98
de mars à mai :	températures	9°50	13°10	16°30		»	12°96
	salinités ‰	21,18	19,23	21,42		»	20,61

En résumé, la croissance du naissain de *C. angulata* est déficiente au-dessous d'une température moyenne de l'eau de mer de 8 à 9°. Elle est nulle et s'accompagne de mortalités lorsque la salinité est voisine ou inférieure à 10 ‰ et que les eaux sont turbides.

Pour des températures comprises entre 10 et 20° la croissance est moyenne dans des eaux de salinités comprises entre 20 et 25 ‰; elle est très bonne pour des salinités de l'ordre de 28 à 30 ‰. Pour des salinités supérieures à 31 ‰, les exigences de température sont plus grandes : pour des températures de 10 à 15° la croissance est moyenne; pour des températures supérieures à 20° elle est excellente.

Ces conclusions sont confirmées par les observations de Raimbault (1965). Il pense que les différences de croissance entre l'étang de Thau et celui de Salses-Leucate sont dues à l'influence de la salinité, plus élevée à Thau (variations de 24 à 39 ‰). Il retrouve cette influence au sein même de l'étang de Salses-Leucate où la croissance est nettement meilleure dans l'étang de Leucate que dans celui de Salses, où la salinité n'est que de 18 ‰ contre 22 ‰ dans le premier. De même les transplantations de collecteurs de Gironde dans l'étang de Thau ont montré que, réalisées en automne, elles ne permettaient pas un développement important du naissain (températures inférieures à 10° en décembre, janvier, février et mars) mais seulement un meilleur taux de survie (salinités supérieures à 24 ‰); réalisées au printemps, elles permettaient un développement exceptionnel des jeunes huîtres pendant l'été, lorsque les températures et surtout les salinités étaient plus fortes dans l'étang de Thau qu'en Gironde.

RESUME ET CONCLUSIONS

Notre travail sur l'écologie et la reproduction de *C. angulata* Lmk dans le bassin d'Arcachon et en Gironde a permis de confirmer et de préciser un certain nombre de faits déjà connus, d'en établir de nouveaux, de formuler des hypothèses et parfois de tirer des conclusions sur l'influence du milieu sur la sexualité de l'huître ainsi que sur sa vie larvaire, sa fixation et le début de sa vie adulte.

La première partie de ce travail a eu pour objet l'étude du milieu dans le bassin d'Arcachon et l'estuaire de la Gironde.

Dans le bassin d'Arcachon les variations des facteurs hydrologiques sont sous la double dépendance de l'océan et de l'arrière-pays.

La morphologie des fonds et la nature du substrat ont été déterminés par le cadre géologique et la faible profondeur du bassin. Du sud-ouest à l'est on passe des sédiments grossiers, sableux et coquilliers, riches en carbonates, aux éléments fins, vaseux, plus riches en matières organiques.

Sur le plan vertical s'étagent des biotopes variés. Les huîtres, gisements ou parcs d'élevage se rencontrent à l'étage mésolittoral inférieur du niveau des basses mers de moyennes mortes-eaux (plus 1,10) jusqu'à la laisse des basses mers de vives-eaux. Seule une partie des gisements de la zone amont ne découvre pas.

Les parcs à huîtres présentent un sol peu différent de celui des plages non cultivées.

La translation des masses d'eau de l'amont vers l'aval est considérablement réduite en mortes-eaux.

Le renouvellement des masses d'eau de la zone est du bassin n'est que partiel: le premier flot ramène dans ce secteur une partie des eaux qui s'en écoulaient au jusant avant qu'elles n'aient pu atteindre l'océan.

Les vents peuvent dévier les courants de surface vers l'une ou l'autre rive d'un chenal.

La température moyenne de l'eau suit une courbe sensiblement parallèle à celle de l'air. Elle lui est en général supérieure dans le rapport 1,07.

C'est en février que les écarts de température avec la moyenne du mois sont les plus forts; le mois le plus stable est juillet.

Il existe un cycle saisonnier des variations de la température de l'eau du bassin au cours de la marée; on distingue :

une période hivernale avec deux maxima auxenvirons de la pleine mer;

deux périodes transitoires, au printemps et en automne, pendant lesquelles les températures sont les plus stables, montant ou descendant par palier avec des maxima aux basses mers ou aux premières heures de flot de l'après-midi;

une période estivale avec deux maxima correspondant aux basses mers ou aux premières heures de flot.

Les salinités et les températures moyennes annuelles vont en décroissant dans le sens de la poussée des eaux océaniques qui se manifeste suivant une direction générale sud-ouest — nord-est, passant de 32,7 ‰ et 15°20 dans le chenal de Bélisaire à 28,9 ‰ et 14°70 dans celui de Lanton.

Les variations saisonnières sont importantes :

les eaux océaniques sont plus chaudes que celles du bassin d'octobre à avril, ces deux mois constituant des périodes de transition; de mai à septembre inclus la température est plus basse dans le golfe de Gascogne;

la courbe des salinités ne suit pas nécessairement celle des pluies mais elle est inverse de celle des variations de la nappe phréatique;

les salinités décroissent en toutes saisons de l'ouest à l'est du bassin;

l'influence des eaux douces se fait sentir dès le début de l'automne sur la côte sud où elle s'accentue en hiver; sur la côte ouest à la fin de l'hiver et au début du printemps; dans la zone centrale du bassin à la fin du printemps.

Les écarts de salinité entre le fond et la surface sont généralement positifs; importants d'octobre à mars, ils diminuent à partir d'avril. Les écarts de température entre le fond et la surface sont positifs d'octobre à mars et négatifs d'avril à septembre. Les variations sont importantes d'une zone à l'autre; elles peuvent expliquer l'existence dans l'est du bassin d'aires limitées où peuvent s'installer et demeurer des populations à caractère océanique.

En période de crues l'amplitude des variations des salinités au cours d'un cycle de marée peut atteindre 10 à 15 g. Elle n'est plus que de 3 à 5 g pendant les mortes-eaux. Les eaux sont plus salées avant la basse-mer qu'au premier flot.

En période d'étiage les variations sont faibles; il peut arriver exceptionnellement que les salinités soient moins élevées aux environs de la pleine mer que de la basse mer, ce qui implique l'existence de courants secondaires locaux dus aux différences de densité entre des masses d'eaux douces non évacuées au jusant et des réserves d'eaux plus salées dans les zones profondes des chenaux.

Les températures varient sensiblement dans le même sens que les salinités en hiver, en sens contraire en été en vives-eaux. En été en mortes-eaux elles sont influencées davantage par la température de l'air que par l'heure de la marée.

Des résurgences de la nappe d'imbibition de la marée créent dans certains esteys ou rouys des conditions plus océaniques que dans les chenaux voisins.

Une nappe d'eau douce continentale sourd à basse mer sur les plages ou les parcs à huîtres de la côte ouest du bassin entre le Cap-Ferret et Claouey.

Les conditions hydrologiques moyennes ont différé au cours des années en fonction des conditions climatiques. Les variations des salinités sont plus rapides qu'autrefois depuis les grands incendies de 1949 suivis des travaux d'assainissement des Landes girondines. Les températures moyennes annuelles ont été légèrement plus élevées lors des années à forte pluviosité et faible salinité. C'est ainsi qu'elles ont été plus fortes pendant la période antérieure à 1937 qu'au cours de la dernière décennie.

D'une façon générale la teneur en oxygène dissous est supérieure à 70 % de la saturation en vives-eaux et à 50 % de la saturation en mortes-eaux.

Une étude qualitative du plancton nous a permis d'apporter quelques données complémentaires :

sur sa composition : présence d'oscillaires appartenant à l'ordre des schizophycées; augmentation du nombre d'espèces et de la densité des tintinnides et des péridiniens au cours des années dernières; présence sporadique des physalies; apparition massive de rotifères en 1965;

sur les rythmes saisonniers;

sur l'influence du lieu des récoltes : le phytoplancton en général, les tintinnides, foraminifères et péridiniens, les larves de crustacés... sont plus denses à l'ouest. En revanche quelques diatomées comme *Melosira* et certaines espèces benthiques, les rotifères et les larves d'annélides dominent dans les stations saumâtres.

Une étude quantitative nous a permis d'émettre l'hypothèse que la périodicité des apports pélagiques n'est pas strictement liée à la température de l'eau mais plutôt à l'époque où se réalise un équilibre thermique entre l'océan et le bassin et de mettre en lumière la forte explosion de plancton de 1963 et au contraire sa très faible densité de mai à septembre 1964.

Quelques évaluations des pigments chlorophylliens après filtration sur membrane ont montré que les variations constatées peuvent être l'indice soit d'une modification de la composition du microplancton soit de la floraison d'un nannoplancton non retenu par le filet en soie.

Pendant la période novembre-mars inclus la teneur des eaux en matières organiques dissoutes varie en sens inverse des salinités. Pendant la période estivale le taux en reste élevé malgré la hausse des salinités. En avril une baisse sensible est due à l'aération de l'eau par les vents et à l'activité photosynthétique du peuplement végétal. En octobre au contraire les périodes de calme fréquentes défavorisent l'absorption de l'oxygène de l'air par l'eau de mer tandis que les zostères coupées par les aplysies, les végétaux et les animaux morts pendant les assecs de l'été se sont accumulés sur les plages ou dans le fond des chenaux où ils se décomposent; la teneur des eaux en matières organiques augmente et sert de support au développement d'une flore bactérienne.

L'estuaire girondin fut peuplé successivement d'huîtres plates (*Ostrea edulis* L.) puis d'huîtres portugaises (*Crassostrea angulata* Lmk). Les huîtres plates ont disparu après que le bas Médoc eût pris une physionomie nouvelle et que le fleuve fût devenu moins ouvert sur l'océan, drainant des eaux plus douces et plus limoneuses. La vitesse de propagation de l'espèce installée sur la rive gauche de la Gironde depuis seulement 100 ans et le maintien d'une production considérable sont le fait d'un ensemble de facteurs écologiques favorables à la reproduction, à la vie pélagique des larves et à leur fixation.

Les terres de l'estran bordant le fleuve sur sa rive gauche sont faites de sables vaseux recouverts par endroits d'un tapis de coquilles d'huîtres plates. La nature des fonds ne se prêtait pas particulièrement à l'installation d'une communauté d'huîtres.

Un parallèle entre les salinités et les températures des eaux du bassin d'Arcachon et de la rive gauche de la Gironde montre que :

les salinités sont constamment plus élevées à Arcachon;

les salinités moyennes présentent à Arcachon un seul minimum en janvier et deux minima en Gironde : l'un en décembre l'autre en avril;

les températures sont sensiblement égales dans les deux centres avec un minimum en janvier et un maximum en août;

dans les deux régions les viariations des températures au cours de la marée et les variations des conditions momentanées sur le plan horizontal et sur le plan vertical sont semblables : au printemps et en été les eaux sont d'autant plus chaudes qu'elles sont moins salées et inversement en automne et en hiver;

en ce qui concerne les salinités qui, dans l'une et l'autre région augmentent de la basse à la pleine mer, de l'amont à l'aval et de la surface au fond, le régime est différent entre les deux régions en ce sens que les variations sont beaucoup plus considérales en Gironde.

La durée du jusant est plus longue que celle du flot dans toute la rade du Verdon. Le volume total introduit dans le fleuve par marée de 6 heures a été estimé à un milliard deux cents millions de m^3 en mortes-eaux et à un milliard huit cents millions en vives-eaux.

Tandis que le bassin d'Arcachon peut être classé dans le type de zone côtière à eaux pratiquement homogènes - tout au moins pendant la période juin à septembre - l'estuaire de la Gironde répond pendant toute l'année à la définition des zones côtières à eaux fortement stratifiées donnée

par PRITCHARD. Il existe dans ces eaux une dérive résiduelle qui n'est pas due aux courants de marée et se surimpose à ses oscillations. Elle explique la rétention d'un grand nombre de larves dans l'estuaire et l'extension des gisements naturels vers l'amont.

Il existe au sud de la côte vendéenne et des îles saintongeaises un angle mort ou s'accumule le matériel planctonique. Cette flore pénètre dans l'estuaire lorsque les circonstances de marée et de vents sont propices.

Si le vent souffle de l'est les eaux superficielles de la Gironde sortent de l'estuaire et sont rejetées vers le sud. De jeunes larves peuvent alors être entraînées jusqu'à l'entrée du bassin d'Arcachon et y pénétrer. En dehors de cette éventualité les eaux superficielles sont en partie ramenées dans l'estuaire par le va-et-vient des courants de marée, en partie entraînées au large et dispersées selon les conditions du moment vers le sud ou le nord. Un fort vent de nord-ouest semble favoriser leur entraînement dans cette dernière direction. Dans ce cas un certain nombre de jeunes larves est susceptible de se fixer sur les côtes de l'île d'Oléron et du bassin de Marennes, où elles pénètrent par le pertuis de Maumusson.

Les eaux de la Gironde sont riches en cuivre provenant du lessivage des vallées de la Dordogne et de la Garonne où la culture de la vigne est très développée et d'abondants sulfatages effectués tous les ans. La teneur en cuivre des huîtres de l'estuaire, qui varie au cours des saisons et des années, est intermédiaire entre celle des huîtres d'Arcachon et des huîtres du Sado et du Tage.

La turbidité des eaux de la Gironde, faite de fines particules d'argile en suspension, est environ 10 fois plus grande que celle des eaux de la rivière d'Auray.

Les eaux de l'estuaire sont riches en *Coscinodiscus* et *Biddulphia, nauplii* et *cypris* de cirripèdes et larves de mollusques (huîtres, moules, tarets).

Le phénomène des eaux rouges y a été constaté à plusieurs reprises. Il est dû à la prolifération de petits dinoflagellés.

Les matières organiques dissoutes ont pour principale origine les apports terrigènes. Leur taux varie en sens inverse des salinités, plus fort en amont qu'en aval, à basse mer qu'à pleine mer, en surface qu'au fond.

Dans la seconde partie de ce mémoire a été étudiée la reproduction de l'huître portugaise.

Nous nous sommes efforcé de préciser pour les huîtres du bassin d'Arcachon, accessoirement pour celles de la Gironde, la nature du cycle sexuel, ses séquences, l'émission des gamètes et l'incidence des facteurs écologiques.

Quelle que soit l'année considérée, pour l'ensemble de la population représentée théoriquement par un stock équivalent d'huîtres de différentes classes d'âge, le nombre des mâles est supérieur à celui des femelles. C'est parmi les huîtres de 2 ans dites de 18 mois par les ostréiculteurs que l'on note en général le maximum de femelles. Le pourcentage est plus grand parmi les huîtres naturelles fixées sur pignots que dans la population des parcs.

Les virages sexuels se produisent à la fin de l'été et au début de l'automne chez les sujets dont les gonades se sont totalement vidées au cours des mois de juin, juillet, août et septembre, après avoir été le siège d'une ou plusieurs reconstitutions dans le même sexe.

Expérimentalement il semble démontré que des facteurs externes ont une influence particulièrement importante sur les huîtres au moment de l' « indifferent stage » dans l'année qui suit la fixation et qu'elle est déterminante au double titre du potentiel de croissance ultérieur et du pourcentage plus ou moins grand des femelles par rapport aux mâles dans la population composant cette génération d'huîtres.

Les huîtres provenant de stations différentes ne parviennent que rarement ensemble à maturité. Au cours d'une même année les sujets provenant des pignots et des stations océanographiques sont plus précoces que ceux des parcs et des stations saumâtres. D'une année à l'autre des écarts importants sont enregistrés pour les individus d'une même station. La rapidité du développement sexuel ne paraît pas être fonction de l'âge. Les pourcentages de sujets mûrs sont toujours plus élevés parmi les sujets sur pignot et dans les zones océaniques.

Le stade de maturité sexuelle atteint un premier maximum dans le bassin d'Arcachon au cours de la période mai-juillet. Dès le mois de mai les oocytes mesurent de 60 à 170 microns avec une vésicule germinative de 40 à 60 microns. La taille des oocytes n'est pas influencée par la taille et l'âge des huîtres. Le développement sexuel est plus lent en Gironde et nettement plus lent dans les rivières

du Morbihan qu'à Arcachon. Il est plus rapide au Portugal. Des températures hivernales et printanières élevées favorisent la précocité sexuelle. Pour des températures comprises entre 10 et 18° les conditions de salinité les plus favorables à la maturation de C. *angulata* de nos régions sont comprises entre 25 et 30 ‰. La richesse du milieu en nourriture et les conditions d'élevage de l'huître qui facilitent plus ou moins ses possibilités d'alimentation influent sur le déroulement de la première phase de la gamétogénèse.

Nous avons considéré que la période de maturité s'étendait depuis la date d'apparition du pourcentage maximum d'huîtres très pleines jusqu'au moment où le nombre de sujets vides est en augmentation continue et qu'il n'y a plus de reconstitution des gonades. Cette période est plus longue pour les sujets fixés sur pieux et ceux des stations océaniques. A Arcachon, au cours de 7 années d'observations, le nombre de jours nécessaires pour achever la réduction de la gonade fut en moyenne de 113 dans la zone océanique et de 98 dans la zone intérieure. La date moyenne à laquelle les huîtres atteignent leur réplétion maximale se situe aux environs du 12 juin dans les stations de l'intérieur, du 26 juin dans les stations océaniques. En cours de saison le volume de la gonade diminue progressivement malgré des restaurations partielles. Le déclenchement des premières pontes partielles affecte d'abord les sujets de l'intérieur. Au Cap-Ferret il arrive que l'index de condition continue à croître après une vidange partielle de la glande sexuelle tandis qu'au Tès le maximum apparaît en même temps ou légèrement avant le premier frai.

L'âge des reproducteurs ne paraît pas en cause dans la plus ou moins grande précocité des premières pontes partielles. La ponte d'un sujet particulier n'est pas une opération à court terme pendant laquelle la provision entière des cellules sexuelles est expulsée mais plutôt un long effort physiologique qui doit se continuer pendant plusieurs semaines. Toutes les huîtres d'une même station ne réagissent pas en même temps aux stimuli de ponte. Il ne semble pas qu'il y ait une véritable périodicité des émissions. La ponte de C. *angulata* ne paraît pas avoir de relation avec les phases lunaires.

Les stimuli qui déclenchent les pontes sont moins brusques pour les animaux le plus longtemps immergés ou vivant dans des zones soumises à de faibles variations des conditions externes. Dans tous les cas un choc thermique a précédé une ponte ou une éjaculation massive. Par contre dans certains cas des variations thermiques de grande amplitude n'ont pas été suivies d'émissions massives. Dans le bassin d'Arcachon les salinités furent comprises entre 30 et 33 ‰ au moment des premières pontes massives. Les conditions qui règnent dans la période précédant la maturité influent sur la première ponte : les pontes aux plus basses températures se sont produites au cours des années où les huîtres ont élaboré leurs produits génitaux dans des eaux de salinité inférieure à la normale et vice-versa.

Sans parler de l'existence de races physiologiques, ce qui impliquerait des caractères transmis par hérédité, du moins peut-on penser que des sujets transportés d'un milieu dans un autre conservent pendant quelque temps leur rythme sexuel antérieur.

Ces données statistiques ont été confirmées par des observations et expériences au laboratoire.

Nous rappelons que les stimuli qui permettent la libération des cellules sexuelles mûres peuvent être de nature physique ou chimique.

Les œufs, sous l'action d'une hormone, peuvent stimuler l'éjaculation des mâles (phénomène de l' « eggwater »). La diantline extraite des spermatozoïdes peut favoriser l'évacuation des œufs. La réponse femelle au seul sperme de son espèce est une adaptation d'un organisme ovipare aux conditions qui assurent la survivance de l'espèce. Les recherches de Lubet suggèrent que la ponte est sous le contrôle du système nerveux, ce qui expliquerait certains « refus de ponte ».

L'intensité de la ponte est variable. Elle dépend des conditions extérieures mais surtout de l'état de maturité et du développement de la gonade. Il n'y a pas de corrélation entre la densité des larves et le cycle de la marée. A chaque émission de gamètes (4 dont 3 principales en cours de saison) correspondent en général plusieurs classes d'embryons : 7 générations dans l'année.

En moyenne dans le bassin d'Arcachon les pontes maximales des huîtres indigènes parquées ne sont acquises qu'aux environs des 17 - 19 juillet alors que le nombre maximum de larves a été décelé dès le 3 juillet. Les premières larves proviennent des sujets fixés sur pieux, rochers, ouvrages en ciment... La vidange des huîtres importées est en général plus précoce que celle des huîtres natives. Le nombre relatif des larves par rapport aux pontes diminue au fur et à mesure des vidanges successives de la gonade. Il est aussi fonction de la taille et de la condition du mollusque qui varient d'une année à l'autre. La vidange de la gonade peut se faire en une seule fois ou bien par saccades successives.

Sur nos côtes les œufs de *C. angulata* se développent jusqu'au stade de la larve véligère pour des salinités comprises entre 18 et 35 ‰ et des températures moyennes comprises entre 16 et 23°. Les exigences de température sont d'autant plus fortes que les salinités augmentent.

Nous avons mesuré plusieurs milliers de larves pélagiques. Nos résultats montrent l'existence d'une liaison linéaire entre la hauteur H et la largeur l au cours de la croissance, ce qui justifie la classification en petites, moyennes et grosses larves que nous avons adoptée.

Les pertes sont d'autant plus considérables que la vie pélagique des larves est plus longue. Nous avons trouvé des taux moyens de survie :

26 ‰	pour	une	vie	pélagique	inférieure	à	10	jours
12 ‰	»	»	»	»	de 10	à	15	jours
8 ‰	»	»	»	»	de 15	à	20	jours
4 ‰	»	»	»	»	de 20	à	34	jours

Les taux de survie ont été faibles ou nuls dans des eaux de température moyenne inférieure à 20°. Ils ont été variables dans des eaux de température moyenne comprise entre 20 et 22°50. Ils ont toujours atteint ou dépassé 5 ‰ dans des eaux de température moyenne supérieure à 22°50.

Les taux de survie ont atteint ou dépassé 5 ‰ dans 53 % des cas pour des salinités moyennes comprises entre 28 et 32 ‰ et dans 30 % des cas seulement pour des salinités moyennes comprises entre 32 et 34,5 ‰. Au fur et à mesure de l'augmentation des salinités les exigences de température pour une bonne évolution larvaire sont plus grandes.

Il est vraisemblable que la croissance et le taux de survie des larves dépendent de l'équilibre réalisé entre les populations respectives de ces dernières et du nannoplancton.

Le rôle joué par la turbidité des eaux sur les larves varie en fonction des tailles et formes des particules qui créent cette turbidité mais aussi en fonction des fluctuations des autres conditions du milieu. Des conditions favorables seraient créées par des eaux limpides lorsque salinité et température sont élevées ou bien par des eaux turbides lorsque salinité et température sont basses.

La distribution des larves ne coïncide pas avec les données hydrographiques dans le bassin d'Arcachon. Elle est essentiellement fonction du secteur de production. Dans le bassin d'Arcachon les migrations verticales des jeunes larves sont très momentanées. Au cours de leur croissance elles ont tendance à gagner l'habitat profond.

En Gironde où les eaux présentent des stratifications de salinités, les larves au cours de leur développement peuvent migrer d'une strate à l'autre. Au fur et à mesure de leur croissance on les trouve surtout au-dessus de la couche la plus salée et la plus dense. Elles sont alors le jeu des courants indépendants des courants de marée.

En dehors des conditions de température, salinité, turbidité, richesse en nannoplancton, des eaux plus ou moins favorables au développement des larves. des courants qui provoquent leur dispersion, d'autres facteurs chimiques, des compétiteurs et prédateurs, des maladies interviennent dans la destruction des embryons pendant leur vie pélagique. Citons en particulier parmi les premiers, les produits résiduaires des activités ménagères et industrielles, des herbicides et insecticides; parmi les seconds certains mollusques, poissons, coelentérés et dinoflagellés; ces derniers peuvent aussi produire des métabolites toxiques.

L'intensité des récoltes de naissains varie considérablement d'une année à l'autre et selon les dates et lieux d'immersion de collecteurs. D'une façon générale les fixations précoces sont plus fortes dans les chenaux est et les fixations tardives dans les chenaux ouest. Il y a corrélation entre les densités des grosses larves dénombrées dans le plancton et les quantités de naissains effectivement collectés. Les conditions requises pour une bonne collecte sont les suivantes : les collecteurs doivent être propres mais présenter une surface rugueuse; la fixation récente de microorganismes constitue un élément favorable;

ils doivent être immergés dans des endroits où la force des courants est suffisante pour empêcher leur envasement tout en permettant à la larve de ramper à leur surface et de s'y attacher;

la fixation est plus intense sur les surfaces qui se rapprochent de l'horizontalité;

la lumière agit sur la fixation des larves en stimulant leurs mouvements jusqu'à ce qu'elles trouvent un lieu ombragé;

l'intensité du rayonnement solaire, sa pénétration dans l'eau et les phénomènes de réverbération jouent un rôle important, les larves ayant tendance à se fixer à l'abri des radiations ultra-violettes.

En laboratoire nous avons constaté que les naissains de *C. angulata* pouvaient vivre dans des eaux de salinités comprises entre 10 et 45 ‰ et de températures inférieures à 35°, qu'ils pouvaient résister à une congélation prolongée et étaient capables de ramener le pH du milieu ambiant à la valeur optimale pour leur survie (7,4).

Dans la nature le naissain de *C. angulata* fixé sur son support est très résistant. Les mortalités ou déprédations sont rares pendant les mois d'été. Elles peuvent êtres dues à une élimination naturelle ou à une brusque rupture de l'équilibre des conditions du milieu. Des mortalités d'hiver sont provoquées par des variations importantes des conditions du milieu, agissant d'autant plus efficacement que la densité de population est plus forte. Elles sont dues à des effets mécaniques ou biologiques. Dans ce dernier cas les mortalités se manifestent assez longtemps après que les conditions sont redevenues normales. Il peut s'agir d'un ralentissement de l'activité physiologique du mollusque provoqué par des apports d'eaux douces ou par le froid favorisant les parasitoses diverses, d'un relâchement du muscle adducteur à la suite de l'exposition prolongée au froid. Les effets conjugués du doussain et du gel s'accompagnent souvent d'une augmentation de la turbidité des eaux et le mollusque meurt asphyxié.

De grandes variations sont constatées dans la croissance du naissain selon sa place sur le support, la précocité, le niveau et la densité de sa fixation. L'allure générale de la croissance est la suivante : bonne de juin à septembre puis de mars à mai; moyenne en octobre et novembre; déficiente de décembre à février.

Bien que la taille moyenne du naissain au moment du détroquage soit comprise entre 20 et 30 mm de grandes variations individuelles subsistent même lorsque les huîtres proviennent d'une seule génération de larves. La courbe de fréquence des tailles s'étale d'autant plus que la densité de fixation a été forte.

Les variations des taux de survie et de croissance sont dues aux conditions de nutrition elles-mêmes sous la dépendance des conditions physico-chimiques des eaux.

En résumé la croissance du naissain de *C. angulata* est déficiente au-dessous d'une température moyenne de l'eau de mer de 8 à 9°; elle est nulle et s'accompagne de mortalités lorsque la salinité est voisine ou inférieure à 10 ‰ et que les eaux sont turbides; pour des températures comprises entre 10 et 20° la croissance est moyenne dans des eaux de salinités comprises entre 20 et 25 ‰; elle est très bonne pour des salinités de l'ordre de 28 à 30 ‰; pour des salinités supérieures à 31 ‰ les exigences de températures sont plus grandes; pour des températures de 10 à 15° la croissance est moyenne; pour des températures supérieures à 20° elle est excellente.

Pour terminer nous pensons utile de noter que toutes les conditions nécessaires pour une bonne maturation des gonades et une bonne évolution des larves, telles que nous les avons décrites, ont été réunies dans le bassin d'Arcachon en 1966 où la récolte fut excellente. Nous y avons vu la confirmation pratique de nos résultats.

La reproduction et la fixation se déroulent avec succès tous les ans en Gironde, contrairement au bassin d'Arcachon, où, par contre, l'élevage permet en général de livrer à la consommation des produits de qualité.

Les principaux facteurs de réussite du captage en Gironde sont, d'avril à octobre :

les salinités plus basses accompagnant des températures très voisines de celles du bassin d'Arcachon;

l'existence de courants indépendants des courants de marée permettant la rétention d'un grand nombre de larves dans l'estuaire, conséquence de la stratification des salinités;

la présence du cuivre en quantité notable;

l'existence probable d'une nourriture de choix pour la larve (dinoflagellés);

la turbidité des eaux qui est suffisante pour faire écran à la pénétration du rayonnement solaire mais non pour gêner le développement de la larve.

N.B. *Les nombreuses données chiffrées sont présentées sous forme d'un cahier ronéotypé que l'on peut se procurer auprès de l'auteur (Laboratoire de l'I.S.T.P.M. 63 bd Deganne, 33 - Arcachon).*

BIBLIOGRAPHIE

Nous ne mentionnerons ici que les ouvrages consultés par nous se rapportant au sujet traité. Des index bibliographiques sur la biologie ou la culture de l'huître ont été publiés en 1952 par RANSON (2 700 titres) et KORRINGA (275 titres). MARTEIL, 1960, puis RAIMBAULT, 1966, ont cité depuis une importante bibliographie sur le même sujet.

ABOUL-ELA (I.A.), 1958. — L'action des grands froids sur les huîtres. — *J. Cons. int. Explor. Mer,* **23** (3) : 443-452.

— 1958. — Effects of ultra-violet radiation on oysters. — *Nature,* Londres, **181** : 1 013.

AMANIEU (M.) et LE DANTEC (J.), 1961. — Sur la présence accidentelle de *Calinectes sapidus* M. RATHB à l'embouchure de la Gironde. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **25** (3) : 339-343.

AMANIEU (M.) et CAZAUX (C.), 1965. — Contribution à la faune du bassin d'Arcachon. — *Actes Soc. linn.,* **102** (2) : 1-12.

BACHRACH (E.), JULLIEN (A.), LUCCIARDI (N.) et RICHARD (I.G.), 1936. — Actions réciproques des diatomées, des huîtres et du milieu. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **9** (4) : 437-447.

BARGETON-COUTEAUX (M.), 1941. — Notes sur la remaniements du tissu conjonctif vésiculeux de l'huître au cours de la formation des produits génitaux. — *Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris,* 2e s., **13** (6) : 583-586.

— 1942. — Les variations saisonnières du tissu conjonctif vésiculeux chez l'huître. — *Bull. biol. France-Belgique,* **76** (2) : 175-191.

BORDE (F.), 1930. — Observations sur la production du naissain dans le bassin d'Arcachon en 1929. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **3** (2), n° 10 : 177-181.

BORDE (J.), 1938. — Etude du plancton du bassin d'Arcachon, des rivières et du golfe du Morbihan. — *Ibid.,* **11** (4) : 523-541.

BORDE (F.) et BORDE (J.), 1938. — *Ostrea edulis* et *Gryphaea angulata.* Caractères communs et caractères différentiels. — *Ibid.,* **11** (4) : 503-514.

BOUCHET (J.-M.), 1962 a. — Etude préliminaire des conditions physiques et sédimentologiques d'un chenal du bassin d'Arcachon (chenal du Courbey). — *Bull. Inst. océanogr.,* Monaco, n° 1233 : 1-19.

— 1962 b. — Etude bionomique d'une fraction de chenal du bassin d'Arcachon (chenal du Courbey). — *Ibid.,* n° 1252 : 1-16.

BOUGIS (P.) et RUIVO (M.), 1954. — Sur l'utilisation des flotteurs en matière plastique (modèle siphonophore) pour l'étude des courants. — *Bull. Inform. C.O.E.C.,* **7** (4) : 159-171.

BOURY (M.), 1928. — Le chaulage des collecteurs. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.,* **1** (2) : 83-86.

— 1928. — Etude sur la reproduction des huîtres. — *Ibid.,* **1** (2) : 87-98.

— 1929. — Les facteurs de la reconstitution des huîtrières alréennes. — *Ibid.,* **1** (2) : 305-311.

— 1929. — Les différents systèmes de collecteurs de naissain. — *Ibid.,* **2** (3) : 313-315.

CHIPPERFIELD (P.N.J.), 1953. — Observations on the breeding and on the settlement of *Mytilus edulis* in the British waters. — *J. mar. Biol. Assoc. U.K.,* **32** : 449-476.

COE (W.R.), 1932. — Sexual phases in American oyster, *Ostrea virginica* GMELIN. — *Biol. Bull.* **63** (3) : 419-441.

— 1943. — Sexual differentiation in mollusks. I. Pelecypods. — *Quart. Rev. Biol.,* **18** : 154-164.

COLE (H.A.) et KNIGHT-JONES (E.W.), 1939. — Some observations and experiments on the setting behaviour of larvae of *Ostrea edulis.* — *J. Cons. int. Explor. Mer,* **14** : 86-105.

COLE (H.A.) et HANCOCK (D.A.), 1956. — Progress in oyster research in Britain 1949-1954, with special reference to the control of pests and diseases. — *Rapp. et P.V. Cons. int. Explor. Mer,* **140** (3) : 24-29.

CREAC'H (P.), 1957). — Variations physiologiques du phosphore total de la coquille de *Gryphaea angulata* LMK. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **21** (3) : 415-430.

CREAC'H (P.) et LE DANTEC (J.), 1958. — Croissance et composition de la coquille de *Gryphaea angulata* LMK élevée sur parc de pleine eau après enrichissement phosphaté du sol. — *Ibid.,* **22** (2) : 135-145.

CUENOT (L.), 1927. — Contributions à la faune du bassin d'Arcachon. — *Bull. Stat. biol. Arcachon,* **24** : 229-308.

CUVIER (Dr), 1938. — Les facteurs météorologiques du climat marin d'Arcachon. — Rapp. présenté au VIIIe Congr. Assoc. int. Thalassothérapie, Largentière, Imp. MAZEL.

DAVANT (P.) et SALVAT (B.), 1961. — Recherches écologiques sur la macrofaune intercotidale du bassin d'Arcachon. I. Le milieu physique. — *Vie et Milieu,* **12** (3) : 405-471.

DAVIS (H.C.) et CALABRESE (A.), 1964. — Combined effects of temperature and salinity on development of eggs and growth of larvae of *Mercenaria mercenaria* and *C. virginica.* — *Fishery Bull.,* **63** (3).

DEBYSER (J.), 1927. — La sédimentation dans le bassin d'Arcachon. — *Bull. C.E.R.S.,* Biarritz, **3** : 405-418.

DESSENOIX (Ch.), 1962. — Contribution à l'étude de la faune des bois immergés du bassin d'Arcachon. — Thèse 3e cycle, Fac. Sci. Bordeaux.

DRINKWAARD (A.C.), 1963. — Forte explosion de phytoplancton printanier co-phénomène de la mortalité d'hiver des huîtres de l'Oosterschelde en 1963. — *Cons. int. Explor. Mer,* Shellfish Com., n° 100.

ESCANDE-LABROUCHE (R.), 1964. — Etude statistique et systématique du phytoplancton du bassin d'Arcachon. — Thèse 3e cycle (Phytobiologie cellulaire et Cryptogamie), Fac. Sci. Bordeaux.

FURNESTIN (J.), MARTEIL (L.), TROCHON (P.) et LE DANTEC (J.), 1964. — Reproduction des huîtres. — *Cult. mar.*, n.s., n° 81 : 6-8.

FURNESTIN (M.L.), MAURIN (C.), LEE (J.Y.) et RAIMBAULT (R.), 1966. — Eléments de planctonologie appliquée. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **30** (2-3) : 117-278.

GALTSOFF (P.S.), 1938 a. — Physiology of reproduction of *Ostrea virginica* (I). — *Biol. Bull.*, **74** (3) : 461-486.

— 1938 b. — *Idem* (II). — *Ibid.*, **75** (2) : 286-307.

— 1940. — *Idem* (III). — *Ibid.*, **78** (1) : 117-135.

— 1964. — The American oyster *Crassostrea virginica*. GMELIN. — *Fis. Bull. Fish and Wildl.*, **64**, 480 p.

GIRAL (J.), 1927. — Rapport sur la matière organique de l'eau de mer. — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., Rapp. et P.V.*, **2** (n.s.) : 59-60.

GUÉRIN-GANIVET (J.), 1909. — Notes préliminaires sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. L'estuaire de la Gironde. — *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 131 : 1-12, 1 carte.

— 1909. — *Idem*. La côte des Landes de Gascogne et le bassin d'Arcachon. — *Ibid.*, n° 135 : 1-34, 2 cartes.

HANCOCK (D.A.) et URQUHART (A.E.), 1958. — Methods for marking Whelks, *Buccinum undatum* L. — *Cons. int. Explor. Mer*, Shellfish Com., n° 127.

HARVEY (H.W.), 1949. — Chimie et biologie de l'eau de mer. — Paris, Bibl. sci. P.U.F., Edit. française, 177 p. (traduction Cl. FRANCIS-BŒUF et Cl. LALOU).

HAUTREUX (A.), 1900. — La côte des Landes de Gascogne. — *Bull. Soc. Géog.*, n° 11 : 337-42 et 463-83.

— 1909. — Bassin d'Arcachon et région côtière des Landes. Températures et densités. — *Bull. Stat. biol. Arcachon*, 12e année : 277-290.

— 1912. — Golfe de Gascogne. Les vents sur la côte landaise. — *Ibid.*, 14e année : 7-16.

HERMANN (A.), 1935. — Rapport sur la production des huîtres indigènes dans le Morbihan et le Finistère en 1934. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **8** (1) : 70-78.

HEYNARD (F.) , 1956. — Contribution à l'étude du climat bordelais. — *Extr. Météorol.*, n° 43 publié par l'Inst. nat. de la Rech. Agr. Centre rech. agr. Sud-Ouest, 12 p.

HINARD (G.), 1932. — Biologie ostréicole. Cuivrage accidentel et décuivrage de l'huître. — *Rev. Trav.Off. Pêches marit.*, **5** (3) : 331-342.

INGLE (R.M.), 1951. — Spawning and setting of oysters in relation to seasonal environmental changes. — *Bull. Mar. Sci. Gulf Carib.*, **1** (2) : 111-35.

KNUDSEN (M.), 1931. — Hydrographical tables. — Printed by BIANCO LUNO 1901. Second Ed. 1931 Fotoprinted by TUTEIN and KOCH, 63 p.

KORRINGA (P.) 1952. — Recent advances in Oyster biology. — *Quaterly Rev. Biol.*, **27** (3) : 266-308; (4) : 339-365.

— 1955. — Qualitätsbestimmungen and Miesmuscheln und Austern. — *Arch. Fischereiwissenschaft*, **6** (3-4) : 189-193.

— 1957. — Lunar Periodicity. — *Geol. Soc. Amer.*, Mem. 67, **1** : 917-934.

LADOUCE (R.), 1938. — Observations sur la reproduction du naissain dans le bassin d'Arcachon. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **11** (2) : 207-211; (4) : 493-502.

LADOUCE (R.) et LE DANTEC (J.), 1954. — Importance de l'oxygène dissous dans l'eau des bassins ostréicoles. — *Science et Pêche*, Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit., n° 14, 9 p.

— 1956. — L'oxygénation des bassins ostréicoles. Détails des essais et observations dans le bassin d'Archachon. Essais au laboratoire. — *Cult. mar. Riv. France*, n.s., 6e année, n° 25 : 11-12.

LADOUCE (R.) et LE GOFF (J.), 1956. — Note sur le reparcage des huîtres importées du Portugal en 1955. — *Science et Pêche*, Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit., **1**, n° 35 : 3-4.

LAFUSTE (J.), LE DANTEC (J.), MARTEIL (L.) et TROCHON (P.). — 1957. — La reproduction de l'huître portugaise (*G. angulata* LMK) dans les centres de captages de la côte atlantique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **21** (3) : 401-414.

LAMBERT (L.), 1932. — L'acclimation de la portugaise sur les côtes françaises. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **5** (3) : 343-365.

— 1938. — Les gisements naturels d'huîtres indigènes (*Ostrea edulis*) et d'huîtres portugaises (*Gryphaca angulata* LMK) sur les côtes françaises. — *Ibid.*, **11** (4) : 465-476.

LE CAMPION (J.), 1966. — Contribution à l'étude des foraminifères du bassin d'Arcachon et du proche océan. — Thèse 3e cycle (Océanographie), Fac. Sci. Aix-Marseille.

LE DANTEC (J.), 1955. — Note sur les gisements coquilliers de la rive gauche de la Gironde. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **19** (3) : 347-360.

— 1956. — Observations sur un essai d'élevage d'huîtres portugaises en caisses ostréophiles. — *Ibid.*, **20** (2) : 171-182.

— 1956. — Préparation des collecteurs-tuiles; un essai de lutte contre les salissures. — *Science et Pêche*, Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit., n° 38 : 3-5.

— 1957. — Le bassin d'Arcachon : conditions de milieu et gisements naturels d'huîtres. — *Cons. int. Explor. Mer.*, Com. Moll. et Crust., n° 49.

— 1958. — Quelques observations relatives à l'action du froid sur les huîtres. — *Cons. int. Explor. Mer., Ann. Biol.*, **13** : 126-127.

— 1959. — Déclin du rendement sur les concessions ostréicoles de la zone NE du bassin d'Arcachon. — *Cons. int. Explor. Mer,* Com. Moll. et Crust., n° 69.

— 1960. — Observations complémentaires sur les conditions de milieu du bassin d'Arcachon. — *Ibid.,* n° 28.

— 1960. — Observations complémentaires sur la nature du cycle sexuel de *G. angulata* Lmk dans le bassin d'Arcachon. — *Ibid.* n° 32.

— 1961. — Remarques sur l'utilisation simultanée de deux filets à plancton ayant une ouverture de maille différente. — *Ibid.,* n° 51.

— 1962. — Prévision du premier maximum de larves dans le bassin d'Arcachon (*Crassostrea angulata* Lmk). — *Ibid.,* n° 19.

— 1963. — L'ostréiculture dans le bassin d'Arcachon et ses rapports avec les variations du milieu. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **27** (2) : 203-210.

— 1963. — Note préliminaire sur les variations de la croissance et de l'index de condition observées sur des lots d'huîtres (*C. angulata* Lmk) d'origine, d'âge, de poids et de dimensions connus, en deux stations du bassin d'Arcachon. — *Cons. int. Explor. Mer,* Com. Moll. et Crust.

— 1965. — Remarques sur un cycle saisonnier des variations de la température de l'eau de mer au cours de la marée en une station fixe du bassin d'Arcachon. — *Ibid.,* n° 51.

— 1965. — Expérience sur l'élevage dans le bassin d'Arcachon de naissain d'huîtres portugaises capté en Gironde. — *Science et Pêche,* Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit., n° 141 : 1-6.

— 1965. — Evolution et situation actuelle des gisements d'huîtres plates du bassin d'Arcachon. Programme de travail proposé au comité de gestion réuni le 7 février 1964. — *Ibid.,* n° 142 : 1-8.

Le Dantec (J.) et Lubet (P.), 1957. — Recherche sur le cycle sexuel de *Gryphaea angulata* Lmk dans le bassin d'Arcachon. — *Cons. int. Explor. Mer,* Com. Moll. et Crust., n° 96.

Le Dantec (J.), Marteil (L.) et Trochon (P.), 1958. — Le dragage des huîtres portugaises en Gironde. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **22** (3) : 353-368.

Le Dantec (J.) et Raimbault (R.), 1965. — Croissances comparées des huîtres portugaises (bassin d'Arcachon-étangs méditerranéens). — *Science et Pêche,* Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit., n° 140 : 1-8.

Legendre (R.), 1909). — Recherches sur les variations de température, de densité et de teneur en oxygène dissous de l'eau de la côte à Arcachon. — *Bull. Stat. biol. Arcachon,* 12e année : 95-123.

— 1910. — Recherches physico-chimiques sur l'eau de la côte à Arcachon. — *Bull. Inst. océanogr.,* Monaco, **7**, n° 158 : 1-26.

Leloup (E.) et Lefevere (S.), 1952. — Sur la présence dans les eaux de la côte belge du cirripède *Elminius modestus* Darwin 1854 du copépode parasite *Mytilicola intestinalis* Steuer 1902 et du polychète *Mercierella enigmatica* Fauvel 1922. — *Inst. roy. Sci. nat. Belgique,* Bull. 28, n° 48, 12 p.

Leloup (E.), Van Meel (L.), Polk (P.), Hallewyck (R.) et Gryson (A.), 1960-63. — Recherches sur l'ostréiculture dans le bassin de chasse d'Ostende en 1960, 1961, 1962, 1963. — *Rapp. Min. Agric.,* Comm. T.W.O.Z. Gr. trav. Ostréicult., 89 p., 57 p., 58 p., 48 p.

Leroux (S.), 1956. — Phytoplancton et contenus stomacaux d'huîtres portugaises (*C. angulata* Lmk) dans le bassin d'Arcachon. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **20** (2) : 163-169.

Lévêque (F.), 1936. — Bordeaux et l'estuaire girondin. —Bordeaux, Impr. Delmas, 167 p.

Loosanoff (V.L.), 1942. — Seasonal gonadal changes in the adult oysters, *Ostrea virginica,* of Long Island Sound. — *Biol. Bull.,* **82** (2) : 195-206.

— 1952. — Behaviour of oysters in waters of low salinities. — *Process. nat. Shell. Ass.* : 135-151.

— 1958. — Use of plastics for collecting oysters set. — *Comm. Fish. Rev.,* **20** (9) : 52-54.

— 1961. — Effects of turbidity on some Larval and adult bivalves. — *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* 80-95.

— 1965a. — The American or Eastern Oysters. — U.S. *Depart. Interior. Fish and Wildl. serv. Bureau of Commercial Fish.,* Circular 205, 36 p.

— 1965b. — Gonad development and discharge of spawn in oysters of Long Island Sound. — *Biol. Bull.,* **129** (3) : 546-561.

— 1966. — Time and intensity of setting of the oysters, *Crassostrea virginica,* in Long Island Sound. — *Ibid.,* **130** (2) : 211-227.

Loosanoff (V.L.) et Davis (H.C.), 1950. — Spawning of oysters in low temperatures. — *Science,* **111**, n° 2 889 : 521-522.

— 1952. — Repeated semiannual spawning of northern oysters. — *Ibid.,* **115**, n° 2 999 : 675-676.

— 1963. — Shellfish hatcheries and their future. — *Comm. Fish. Rev.,* **25** (1), 11 p.

Loosanoff (V.L.), Davis (H.C.) et Chanley (P.E.), 1966. — Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. — *Malacologia* **4** (2) : 351-435.

Loosanoff (V.L.) et Engle (J.B.), 1942. — Accumulation and discharge of spawn by oysters living at different depths. — *Biol. Bull.,* **82** (3) : 413-422.

Loosanoff (V.L.) et Nomejko (C.A.), 1951a. — Spawning and setting of the American oysters *O. virginica,* in relation to lunar phases. — *Ecology,* **32** (1) : 113-134.

— 1951b. — Existence of physiologically different races of oysters, *Crassostrea virginica.* — *Biol. Bull.,* **101** (2) : 151-156.

— 1956. — Relative intensity of oysters setting in different years in the same areas of Long Island Sound. — *Ibid.* **13** (3) : 387-392.

LUBET (P.E.), 1953. — Les variations saisonnières du zooplancton du bassin d'Arcachon. — *Bull. Soc. zool. France,* **78** : 204-216.

— 1955. — Note sur le phytoplancton du bassin d'Arcachon. — *Vie et Milieu,* **6** (1) : 53-59.

— 1956a. — Considérations écologiques sur les herbiers du bassin d'Arcachon. — *P.V. Soc. Linn. Bordeaux,* **96** : 95-104.

— 1956b. — Aperçu sommaire sur la macrofaune benthique des chenaux du bassin d'Arcachon. — *Ibid.,* **96** : 147-155.

— 1959. — Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **23** (4) : 339-548 (thèse Fac. Sci. Paris).

MALLET (A.), 1959. — Le bas Médoc, pépinière ostréicole. — *La Pêche martime,* n.s., n° 970 : 24-29.

MARTEIL (L.), 1956. — Etude des courants du littoral sud de la Bretagne. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **20** (3) : 263-280.

— 1957, — L'huître portugaise en Bretagne. — *Ibid.,* **21** (3) : 377-400.

— 1960. — Ecologie des huîtres du Morbihan *Ostrea edulis* LINNÉ et *Gryphaea angulata* LMK. — *Ibid.,* **24** (3) : 329-446 (thèse Fac. Sci. Rennes).

— 1963. — L'hiver 1962-1963 et ses conséquences pour les huîtres du Morbihan. — *Science et Pêche,* Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit. n° 115 : 1-4.

MEDCOF (J.C.), 1961. — Oyster Farming in the Maritime. — *Fish. Res. Board Canada,* Bull. n° 131 : 158 p.

MORICE (E.), TISSERAND (M.) et REBOUL (J.), 1947. — Méthodes statistiques en médecine et en biologie. — Paris, MASSON et Cie Edit., 181 p.

NELSON, THURLOW (C.) et ALLISON (J.B.), 1940. — On the nature and action of diantlin; a new hormone-like substance carried by the spermatazoa of the oyster. — *J. Zool.,* **85** (2) : 299-338.

NIAUSSAT (P.M.) et BOURCART (R.), 1963. — Importance des courants locaux, au nord de l'embouchure de la Gironde, comme cause éventuelle d'accumulation du phytoplancton. — *Cah. océanogr.,* XV[e] année, n° 8 : 521-526.

— 1963. — Contribution à l'étude du plancton dans les eaux de l'embouchure de la Gironde. Prédominance du dinoflagellé *Noctiluca miliaris.* — *Ibid.,* n° 10 : 722-725.

NICLOUX (M.), 1930. — Le dosage de l'oxygène dissous dans l'eau de mer. — *Bull. Inst. océanogr.,* Monaco, n° 563 : 1-20.

RAIMBAULT (R.), 1965. — Essai d'une nouvelle méthode ostréicole dans l'étang de Thau. — *Science et Pêche,* Bull. In-,form et Document. Inst. Pêches marit. n° 141 : 7-10.

— 1966. — Cf. FURNESTIN (M.-L.), 1962.

RANSON (G.) 1940). — Sur les conditions de la reproduction de *Gryphaea angulata* LMK dans la région de Marennes. — *Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris,* **12** : 70-76.

— 1943. — La vie des huîtres. — Paris GALLIMARD, N.R.F., 260 p.

— 1952. — Les huîtres. Biologie; culture. Bibliographie. — *Bull. Inst. océanogr.,* Monaco, n° 1 001, 134 p.

— 1960. — Les prodissoconques (coquilles larvaires) des Osétréidés vivants. — *Ibid.,* **57**, n° 1 183 : 1-42, 136 fig.

REES (C.B.), 1950. — The identification and classification of lamellibranch larvae. — *Hull. Bull. mar. Ecol.,* **3** (19) : 73-104.

ROCHEBRUNE (A.T. de), 1900. — De l'existence à l'embouchure de la Gironde, de *l'Ostrea angulata* LMK à l'époque gallo-romaine. — *Bull. Mus. nat. Hist. Paris* : 113-115.

SILORET (G.), 1953. — Etude du régime de l'eau et de ses conséquences dans une prairie des Landes de Gascogne. — *Extr. Bull. tech. d'Inf. des Ingénieurs Serv. agr.,* 79.

STAUBER et LESLIE (A.), 1950. — The problem of physiological species with special reference to oysters and oysters drills. — *Ecology,* **31** (1) : 109-118.

THOULET (J.), 1892. — Observations océanographiques relatives au bassin d'Arcachon (Gironde). — *C.R. Acad. Sci. Paris,* **115** : 533-535.

— 1894. — Notes d'océanographie relatives au bassin d'Arcachon. — *Rev. mar. et col.*

TROCHON (P.), 1955. — Observations sur la répartition en profondeur des larves de *Gryphaea angulata* LMK dans les eaux de la région de Marennes. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **19** (3) : 363-378.

— 1963. — Influence des grands froids de l'hiver 1962-1963 sur le comportement des huitres dans la région de Marennes-Oléron. — *Science et Pêche,* Bull. Inform. et Document. Inst. Pêches marit., n° 115 : 5-8.

TROCHON (P.) et BARON (G.), 1956. — Un nouveau type de collecteur à huîtres. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **20** (3) : 283-292.

VASSILLIÈRE (F.), 1892. — Les Landes girondines. — Bordeaux, Veuve CADORET, Edit.

VILELA (H.), 1954. — Contribution pour la connaissance de la reproduction des huîtres portugaises, *Gryphaea angulata* LMK. — *Separata Rev. Fac. Cienc. Lisboa,* 2.a, ser. *C,* **4** (1) : 187-211.

— 1956. — Etat de maturation sexuelle des huîtres du Tage, *G. angulata* LMK. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.,* **140** : 32-34.

VLASBLOM (A.G.), 1961. — Laboratory rearing of larvae of *Crassostrea angulata* LMK from egg to settling stage. — *Cons. int. Explor. Mer,* Shellfish comm., n° 48.

WALNE (P.R.) 1956. — Bacteria in Experiments on rearing oyster larvae. — *Nature,* **178** : 91.

WAUGH (G.D), 1951. — Production and setting of oyster larvae in rivers Roach and Crouch during 1951 with a note on production in previous years. — *Cons. int. Explor. Mer, Ann. biol.,* **8** : 174.

Vu et approuvé :

Bordeaux, le 29 juin 1967

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

signé : R. CALAS

Vu et permis d'imprimer :

Bordeaux, le 3 juillet 1967

Le Recteur de l'Académie,

signé : J. BABIN